

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-068975

(43)Date of publication of application : 03.03.2000

(51)Int.Cl.

H04J 11/00

H04Q 7/36

(21)Application number : 11-043763

(71)Applicant : SONY INTERNATL EUROP GMBH

(22)Date of filing : 22.02.1999

(72)Inventor : BOEHNKE RALF  
IZUMI SEIICHI

(30)Priority

Priority number : 98 98103101 Priority date : 22.02.1998 Priority country : EP

## (54) TRANSMISSION METHOD/DEVICE AND RECEPTION METHOD/DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide compatibility with global mobile communication system by arranging a subcarrier/time slot of an orthogonal frequency division/ multiplex-time division multi-dimensional connection system so that it corresponds to the subcarrier/time slot of a global mobile communication system.

SOLUTION: In a frequency slot, 48 auxiliary carriers are used at an interval of 4.166 Hz in 200 kHz based on 200 kHz which is a frequency band width between the channels of a global mobile communication (GSM) system with an orthogonal frequency division/multiplex-time division multi-dimensional connection (OFDM/TDMA) system. The whole length of an OFDM/TDMA time slot containing a guard time becomes about 280  $\mu$ s with such setting, and therefore two OFDM/TDMA time slots are mapped to one GSM time slot. A known pilot symbol as a GSM frequency channel is inserted at every sixth or eighth subcarrier.

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**\* NOTICES \***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

**[Claim(s)]**

[Claim 1] The step which assigns the subcarrier of the number of arbitration to two or more channels according to the information which is the transmitting approach of transmitting a signal based on an orthogonal frequency division multiplex-Time Division Multiple Access, and the above-mentioned signal by which transmission is carried out shows, Have the step which transmits the above-mentioned signal and two or more above-mentioned subcarriers are assigned to the frequency band corresponding to the frequency channel of a mobile communication global method. The integral multiple of the time slot of the orthogonal frequency division multiplex-Time Division Multiple Access generated is made in agreement with the time slot of the mobile communication global method of 1 or an integer individual.  $n$  as two or more integers By assigning a pilot symbol to the subcarrier of every individual  $(n-1)$  The transmitting approach characterized by realizing compatibility with the mobile communication global method which has the frequency channel of the mobile communication global method of a predetermined number, and the time slot of the mobile communication global method of the predetermined number by which grouping was carried out into the frame of a mobile communication global method.

[Claim 2] The pilot symbol in the time slot of the orthogonal frequency division multiplex-Time Division Multiple Access which adjoins each other when the time slot of two or more orthogonal frequency division multiplex-Time Division Multiple Accesses corresponds to the time slot of one mobile communication global method is the transmitting approach according to claim 1 characterized by performing frequency-interlace processing mutually, respectively.

[Claim 3] Each pilot symbol in the time slot of an adjacent orthogonal frequency division multiplex-Time Division Multiple Access is the transmitting approach according to claim 2 characterized by being assigned to the subcarrier which has the frequency band located in the middle of two pilot symbols when it corresponds in the time slot of an adjacent orthogonal frequency division multiplex-Time Division Multiple Access, and carrying out interlace processing symmetrically, respectively the account of a top.

[Claim 4] Claim 1 which 48 subcarriers are assigned to the frequency band of the above-mentioned GSM frequency channel, sets  $n$  to 6 or 8 in it, and is characterized by the time slot of two orthogonal frequency division multiplex-Time Division Multiple Accesses corresponding to the time slot of one mobile communication global method thru/or the transmitting approach given in 3 any 1 terms.

[Claim 5] It is the sending set which transmits a signal based on an orthogonal frequency division multiplex-Time Division Multiple Access. It has the allocation means which assigns the subcarrier of the number of arbitration to two or more channels according to the information which the above-mentioned signal by which transmission is carried out shows, and a transmitting means to transmit the above-mentioned signal. The above-mentioned allocation means Two or more above-mentioned subcarriers are assigned to the frequency band corresponding to the frequency channel of a mobile communication global method. The integral multiple of the time slot of the orthogonal frequency division multiplex-Time Division Multiple Access generated is made in agreement with the time slot of the mobile communication global method of 1 or an

integer individual.  $n$  as two or more integers By assigning a pilot symbol to the subcarrier of every individual ( $n-1$ ) The sending set characterized by realizing compatibility with the mobile communication global method which has the frequency channel of the mobile communication global method of a predetermined number, and the time slot of the mobile communication global method of the predetermined number by which grouping was carried out into the frame of a mobile communication global method.

[Claim 6] The above-mentioned allocation means is a sending set according to claim 5 characterized by performing frequency-interlace processing mutually to the pilot symbol in the time slot of an adjacent orthogonal frequency division multiplex-Time Division Multiple Access, respectively when the time slot of two or more orthogonal frequency division multiplex-Time Division Multiple Accesses corresponds to the time slot of one mobile communication global method.

[Claim 7] The above-mentioned allocation means is a sending set according to claim 6 characterized by assigning the subcarrier which has the frequency band located in the middle of two pilot symbols when it corresponds in the time slot of an adjacent orthogonal frequency division multiplex-Time Division Multiple Access to each pilot symbol in the time slot of an adjacent orthogonal frequency division multiplex-Time Division Multiple Access, and performing interlace processing symmetrically, respectively the account of a top.

[Claim 8] The above-mentioned allocation means is a sending set claim 5 which assigns 48 subcarriers to the frequency band of the frequency channel of the above-mentioned mobile communication global method, sets  $n$  to 6 or 8 in it, and is characterized by making the time slot of two orthogonal frequency division multiplex-Time Division Multiple Accesses correspond to the time slot of one mobile communication global method thru/or given in 7 any 1 terms.

[Claim 9] The receiving approach of having the step which receives the signal by which is the receiving approach of receiving the signal transmitted to claim 1 thru/or 4 any 1 terms based on the transmitting approach of a publication, and transmission was carried out [ above-mentioned ], the step which compute in a channel transfer function based on the pilot symbol contained in the signal which carried out [ above-mentioned ] reception, and the step carry out identification processing in the data within the signal carried out [ above-mentioned ] reception based on the channel transfer function carried out [ above-mentioned ] calculation.

[Claim 10] The receiving approach according to claim 9 characterized by computing the above-mentioned channel transfer function by performing time amount and/or frequency interpolation in the above-mentioned step which carries out calculation based on the pilot symbol which carried out [ above-mentioned ] reception.

[Claim 11] the above-mentioned channel transfer function is channel attenuation -- rattlingly -- the description and the receiving approach according to claim 9 or 10.

[Claim 12] The receiving set have an above-mentioned identification means carry out reception and carry out identification processing in the data in <DP N = 0003> \*\*\*\*\*, based on a receiving means are the receiving set which receives the signal transmitted to claim 1 thru/or 4 any 1 terms based on the transmitting approach of a publication, and receive the signal by which transmission was carried out [ above-mentioned ], the step which compute in a channel transfer function based on the pilot symbol contained in the signal which carried out [ above-mentioned ] reception, and the channel transfer function carried out [ above-mentioned ] calculation.

[Claim 13] The above-mentioned calculation means is a receiving set according to claim 12 characterized by computing the above-mentioned channel transfer function by performing time amount and/or frequency interpolation based on the pilot symbol which carried out [ above-mentioned ] reception.

[Claim 14] The above-mentioned channel transfer function is a receiving set according to claim 12 or 13 characterized by being channel attenuation.

[Claim 15] A transmission system equipped with a sending set claim 5 thru/or given in 8 any 1 terms, and a receiving set claim 12 thru/or given in 14 any 1 terms.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the transmission system which combined them with the transmitting approach for transmitting and receiving a signal based on an orthogonal frequency division multiplex / time division multiple access (OFDM/TDMA) method and the sending set, and the list at the receiving approach and the receiving set, and the list.

[0002]

[Description of the Prior Art] Transmission and reception of the signal based on an orthogonal frequency division multiplex (it is called OFDM below orthogonal frequency division multiplexing.)-Time Division Multiple Access (it is called TDMA below time division multiple access system:) are explained using drawing 15 from drawing 12 . They are various numbers of channels U0 and U1 about two or more subcarriers 1 which intersect perpendicularly mutually according to OFDM / the TDMA method... It can assign U9. Each channels U0 and U1 ... U9 contains various numbers of subcarriers, as shown in drawing 15 from drawing 12 . The number of these subcarriers is determined based on the information transmitted.

[0003] Drawing 12 is ten frequency channels U0 and U1... U9 is shown. Each frequency channels U0 and U1 ... U9 transmits a signal using various numbers of subcarriers based on the information transmitted. For example, a number different, respectively of subcarriers 1 determined according to the information to which each transmits the channel U0 and channel U1 which are shown in drawing 13 are assigned. Thus, the sending set which transmits a signal based on an OFDM/TDMA method assigns various numbers of subcarriers 1 to each channel. Moreover, the number of the subcarriers assigned to each channel is determined by the amount of information transmitted.

[0004] The channel U0 shown in drawing 13 transmits a signal using 21 subcarriers 1, and a channel U1 transmits a signal using ten subcarriers 1. Therefore, the transmission rate of a channel U0 becomes twice [ more than ] the transmission rate of a channel U1.

[0005] Channels U0 and U1 ... The guard band 2 whose power is the subcarrier of 0 is formed in the boundary of U9, and a guard band 2 functions as a spectrum mask which minimizes interference between adjoining frequency bands. When the effect of interference between adjoining frequency bands is small, it is not necessary to form a guard band 2. On the other hand, when the effect of interference between frequency bands is very large, two or more guard bands 2 may be formed.

[0006] A subcarrier 1 is generated by OFDM processing. In drawing 14 , W (f) shows the energy in a frequency shaft, and B (Hz) shows the distance between two adjoining subcarriers 1. The number of subcarriers which can build a multiplex subcarrier system (multi-subcarrier-system), and is multiplexed by OFDM processing here is not influenced depending on the interference from other channels, but can be set as arbitration based on the bandwidth assigned.

[0007] Thus, since a transmission rate can be changed by changing the number of the subcarriers assigned to a channel, various transmission rates can be obtained. Moreover, since it is easily separable with a filter, the subcarrier between each channel can prevent degradation of an S/N property. Since it becomes unnecessary to form a guard band 2 between each channel

by using OFDM processing for multiplexing of a subcarrier, the use effectiveness of a frequency band becomes very high. Furthermore, above-mentioned processing can use a fast Fourier transform, and, thereby, can raise the effectiveness and the rate of processing.

[0008] Moreover, as shown in drawing 15, the number of channels in each channel group can also be changed. Drawing 15 is six channels U0 and U1... The channel group who consists of U5 is shown. In an OFDM/TDMA method, the number of channels in one group can be changed in the frequency band based on the information transmitted.

[0009] In a standard GSM system, the single subcarrier modulation technique called a GMSK method is used. Fixed [ the frequency channel ], the frequency bandwidth between the adjoining channels is 200kHz. The number of channels by the FDMA method is 124, and a TDMA method is used in order to make two or more connection. In the TDMA method in a GSM system, eight GSM time slots are prepared in one frame.

[0010] As shown in drawing 16, the die length of a GSM time slot is 576.9 microseconds (15/26ms). The GSM time slot transmitted is not completely filled by the burst transmitted, but for this reason, even when the synchronization of a GSM system is not perfect, interference between adjoining GSM time slots is controlled. A guard period is 8.25 bits, i.e., 30.5 microseconds. A guard period is divided into two parts, one side is arranged at the beginning of a GSM time slot, and another side is arranged at the last of a GSM time slot.

[0011] As one GSM time frame consists of eight GSM time slots, therefore is shown in drawing 17, it has the die length of 4615.4microsecond. A GSM system supports low-speed frequency hopping shown in drawing 17. The GSM time slot 3 shown in drawing 17 is a receiving time slot. Based on the time-sharing duplex (time division duplex:TDD) in a GSM method, the transmitting GSM time slot 4 corresponding to the GSM time slot 3 is transmitted after some time slots.

[0012] Furthermore, by the GSM method, the 45MHz frequency division duplex between an up link frequency band and a down link frequency band (frequency division duplex:FDD) can also be used. Here, the GSM time slot 4 transmitted from a mobile station is transmitted using an up link frequency band, when the GSM time slot 3 for reception is transmitted by the down link frequency band. The GSM time slot 5 for reception following this is transmitted through a different frequency channel based on low-speed frequency hopping, although transmitted using the same up link frequency band as the GSM time slot 3 transmitted previously, or a down link frequency band. The frequency characteristics of a signal transmission and the property of interference are improved by this low-speed frequency hopping and interleave. The depth of the usual interleave in a GSM system is 36.923ms corresponding to a 8x8GSM time slot.

[0013]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] When transmitting a signal between a base station, 1, or two or more mobile stations, distortion by the multi-pass effectiveness may arise in the wave of a transmission signal by physical migration of a mobile station. If change arises in the property of a channel, both the amplitude and a phase will change with migration of a mobile station. Therefore, in order to perform the synchronous detection of the transmitted signal, reliable channel presumption (channel estimate) is needed. A transmitting side transmits at fixed spacing, known data, i.e., pilot symbol, and this is a corresponding receiving side, interpolates the channel information acquired from a pilot symbol, and is performed by asking for the channel presumption type for restoring received data, or a transfer function. Therefore, a pilot symbol must be a known thing for both a transmitting side and a receiving side.

[0014] This invention aims at offering the receiving approach and receiving set which perform channel presumption reliable in the transmitting approach of transmitting a signal based on an OFDM/TDMA method and the GSM method which has compatibility and a sending set, and a list.

[0015]

[The means for solving invention] In order to solve an above-mentioned technical problem, the transmitting approach concerning this invention The step which assigns the subcarrier of the number of arbitration to two or more channels according to the information which the signal which transmits a signal based on an orthogonal frequency division multiplex-Time Division Multiple Access, and is transmitted shows, Have the step which transmits a signal and two or

more subcarriers are assigned to the frequency band corresponding to the frequency channel of a mobile communication global method. The integral multiple of the time slot of the orthogonal frequency division multiplex-Time Division Multiple Access generated is made in agreement with the time slot of the mobile communication global method of 1 or an integer individual,  $n$  as two or more integers. By assigning a pilot symbol to the subcarrier of every individual  $(n-1)$ . Compatibility with the mobile communication global method which has the frequency channel of the mobile communication global method of a predetermined number and the time slot of the mobile communication global method of the predetermined number by which grouping was carried out into the frame of a mobile communication global method is realized.

[0016] Moreover, the sending set concerning this invention is a sending set which transmits a signal based on an orthogonal frequency division multiplex-Time Division Multiple Access. It has the allocation means which assigns the subcarrier of the number of arbitration to two or more channels according to the information which the signal transmitted shows, and a transmitting means to transmit a signal. An allocation means Two or more subcarriers are assigned to the frequency band corresponding to the frequency channel of a mobile communication global method. The integral multiple of the time slot of the orthogonal frequency division multiplex-Time Division Multiple Access generated is made in agreement with the time slot of the mobile communication global method of 1 or an integer individual,  $n$  as two or more integers. By assigning a pilot symbol to the subcarrier of every individual  $(n-1)$ . Compatibility with the mobile communication global method which has the frequency channel of the mobile communication global method of a predetermined number and the time slot of the mobile communication global method of the predetermined number by which grouping was carried out into the frame of a mobile communication global method is realized.

[0017] the sending set concerning this invention — an OFDM/TDMA method — or a signal is transmitted based on an OFDM/TDMA method. This OFDM/TDMA method has the compatibility over a standard GSM method. The signal transmit-frequencies band in an OFDM/TDMA method may be the same as the signal transmit-frequencies band in a GSM method, and may differ. It sets to an OFDM/TDMA system and each subcarrier is assigned to the frequency band corresponding to [ coincidence or ] the frequency band of a GSM frequency channel, or the frequency band of the integral multiple. Thereby, a GSM method can also transmit or receive the signal based on an OFDM/TDMA method.

[0018] According to this invention, by assigning a pilot symbol to the each  $n$ -th subcarrier  $(n-1)$  of every individual, a channel transfer function can be computed correctly, therefore exact signal amendment with high reliability can be performed by the receiving side. When two or more OFDM / TDMA time slots correspond to one GSM time slot, frequency-interlace processing is performed to the pilot symbol in an adjacent OFDM/TDMA time slot. Thereby, a receiving side can realize not only frequency interpolation of a channel transfer function but time amount interpolation, and can amend the received data signal correctly.

[0019] The interlace of the pilot symbol in adjacent OFDM / TDMA time slot may be symmetrically performed so that it may be assigned to the subcarrier corresponding to the middle frequency band of two pilot symbols in the OFDM/TDMA time slot which one pilot symbol adjoins. Thereby, the S tee mate of the channel transfer function based on the pilot symbol by the receiving side is performed the optimal.

[0020] In the gestalt of suitable operation of this invention, corresponding to the frequency band of a GSM frequency channel, 48 subcarriers are assigned, and two OFDM / TDMA time slots correspond to one GSM time slot, and set  $n$  to 6 or 8. The number of the pilot symbols to be used can be optimized by choosing this parameter.

[0021] By using a pilot symbol for presumption of a channel transfer function, additional data other than the data signal which should be transmitted essentially will be overlapped on a sending signal. In this viewpoint, little direction of the number of pilot symbols is desirable. It is better to, increase the number of pilot signals on the other hand, in order to raise the dependability of the signal amendment to an input signal. The optimal parameter is chosen based on such two demands that carry out phase conflict.

[0022] For example, when transmitting and receiving a signal in an inside-of-a-house

environment, channel transfer functions, such as channel attenuation, draw a usually gently-sloping curve. In such an environment, effective channel presumption can be performed as comparatively few pilot symbols.

[0023] On the other hand, when transmitting and receiving a signal in an outdoor environment, change of channel transfer functions, such as for example, channel attenuation, becomes large under the effect of high-speed migration of the multi-pass effectiveness and a mobile station. Therefore, in order to perform effective channel presumption, it is necessary to use more pilot symbols.

[0024] Thus, in each base station, while optimizing a pilot symbol according to the environment of signal transmission and reception, the number or spacing of a pilot symbol to transmit is chosen appropriately. The gestalt of the operation which sets  $n$  to 6 or 8 has the comparatively gently-sloping curve which channel attenuation shows, and especially when the passing speed of a mobile station is comparatively slow, it is effective. [ of a curve ]

[0025] In the transmitting approach and sending set concerning this invention, the number of the subcarriers assigned to the frequency band corresponding to a GSM frequency channel is chosen so that two or more OFDM / TDMA time slots may be mapped by one GSM time slot or two or more eight GSM time slots (1GSM frame).

[0026] In OFDM / TDMA method, an OFDM/TDMA time burst is generated by changing 1 or two or more subcarriers into a time domain. In this invention, one OFDM / TDMA time slot include one OFDM / TDMA time burst fundamentally.

[0027] By mapping OFDM / TDMA time slot in a GSM time slot, the depth of the same interleave as a GSM system can be obtained. The depth of a standard interleave of a GSM time slot is a 8x8GSM time slot, i.e., about 36.923ms.

[0028] In the gestalt of operation of this invention, 1 or plurality, for example, two pieces, or four OFDM / TDMA time slots, is mapped in one GSM time slot. Therefore, the information unit which should transmit becomes small compared with the information unit of a standard GSM method. This has the following advantages from a viewpoint of the depth of an interleave. For example, when two OFDM / TDMA time slots are mapped in one GSM time slot, eight OFDM/TDMA time slots constitute one frame (8TDMA) and the depth of an interleave is set to the 8 [ same ] as a GSM method, interleave delay is set to 18.461ms and this is equivalent to the one half for 36.923ms which is interleave delay in a GSM method. Thus, in the signal transmission by this invention, delay by the interleave about a frequency and an interference diversity can be shortened.

[0029] Moreover, even if it interleaves in a depth of 16 frames, the delay produced by this interleave is equivalent to delay of the interleave in a GSM system, i.e., 36.923ms, and can perform more reliable transmission about many problems in signal transmissions, such as time amount, a frequency, and an interference diversity. For example, when transmitting a sound signal to real time, the shorter one of interleave delay is desirable. Then, in transmission of a sound signal, the depth of an interleave is set to less than 40ms, and the short time frame for 4 - 10ms is desirable. On the other hand, in transmission of a data signal, since transmission and reception of real time are not important, they should just set up the depth of an interleave so that the dependability of data transmission may be raised.

[0030] In this invention, desirably, a sending signal is interleaved so that it may be accompanied by the interleave delay corresponding to a 8x8GSM time slot. Or a sending signal is interleaved so that interleave delay may correspond to a 4x8GSM time slot.

[0031] Furthermore, by the transmitting approach concerning this invention, in assignment of a subcarrier, a clock signal is generated, a sending signal is modulated, a subcarrier is generated based on a clock signal, a subcarrier is changed into a burst of a time domain, a guard time, a lamp time, and an accommodation guard time are added to this the burst of each, and OFDM / TDMA time slot is generated.

[0032] The allocation means with which the sending set concerning this invention is equipped corresponding to this is equipped with a clock-generation means generate a clock signal, a modulation means modulate a sending signal and generate a subcarrier based on a clock signal, a conversion means change a subcarrier into a burst of a time domain, and a time-slot generation



means add a guard time, a lamp time, and an accommodation guard time to this the burst of each, and generate OFDM / TDMA time slot.

[0033] The number of the subcarriers assigned to the frequency band of a GSM frequency channel is chosen so that OFDM / TDMA time slot generated may suit 1 or two or more GSM time slots. In the gestalt of operation of this invention, it is generated and OFDM / TDMA time slot is transmitted so that it may have compatibility to a GSM method. Two or more OFDM/TDMA subcarriers are assigned to 1 in a standard GSM signal-transmission frequency band, or two or more GSM frequency channels. In addition, this invention is not limited to the gestalt of above-mentioned operation, but the OFDM/TDMA signal-transmission frequency band may differ from the GSM signal-transmission frequency band. In this case, an OFDM/TDMA frequency channel — a GSM frequency channel — things — \*\* However, also in this case, the frequency band of the subcarrier in an OFDM/TDMA system is assigned so that it is in agreement or may correspond to the multiple of the band of a GSM frequency channel, or a band. Thereby, compatibility of OFDM / TDMA method, and a GSM method is realized.

[0034]

[Embodiment of the Invention] Two or more subcarriers based on an orthogonal frequency division multiplex (it is called OFDM below orthogonal frequency division multiplexing.)-Time Division Multiple Access (it is called TDMA below time division multiple access system:) are assigned to the channel of each GSM, and two or more OFDM/TDMA time slots constitute 1 or two or more GSM time slots from this invention. Spacing between adjoining time slots is 200kHz, and the die length of a GSM time slot is 15/26ms. One GSM channel is divided into two or more subcarriers in this invention. The number of subcarriers is determined that two or more OFDM / TDMA time slots which are generated will constitute 1 or two or more GSM time slots. By changing one subcarrier into a time domain from a frequency domain, OFDM / TDMA time burst is acquired and an OFDM/TDMA time burst occupies the great portion of OFDM/TDMA time burst generated.

[0035] The basic structure of OFDM / TDMA time slot is shown in drawing 1 . OFDM / TDMA time slot corresponds to an effective modulation period including an OFDM/TDMA time burst, and the die length of the OFDM/TDMA time burst TOFDM is determined based on subcarrier spacing or 1-/subcarrier spacing. Therefore, spacing of a subcarrier is determined by the number of the subcarriers assigned to one 200kHz GSM frequency channel. It preceded with the OFDM/TDMA time burst TOFDM, and the guard time TG is formed.

[0036] The detail of the structure of OFDM/TDMA is shown drawing 2 . OFDM / TDMA time-slot spacing corresponds to a modulation period, and has the period of amus. The guard time which consists of a pre guard time and a postguard time is added to the OFDM/TDMA time burst which changed and generated the subcarrier to the time domain.

[0037] OFDM / TDMA time burst corresponds to an effective modulation period, and has the period of bmus. The pre guard time which an OFDM/TDMA time burst precedes has the period of cmus, and the postguard time following OFDM / TDMA time burst has the period of emus.

[0038] Shaping of this time domain signal is carried out before transmission so that fake radiation may be reduced. Therefore, as shown in drawing 2 , shaping of the ramp (lamp) of this time domain signal is carried out using a square cosine function. As shown in drawing 2 , the lamp time which follows the lamp time and OFDM/TDMA time slot which are preceded with an OFDM/TDMA time slot has the period of dmus, respectively, and laps with a pre guard time and a postguard time partially, respectively. Before initiation of an OFDM/TDMA time slot, it precedes with a lamp time, the pre idle time is prepared, and the postidle time is prepared after termination of OFDM / TDMA time slot following a lamp time. The pre idle time and the postidle time have the period of fmus.

[0039] Thus, an OFDM/TDMA time slot is constituted by the guard time which consists of OFDM/TDMA, pre guard time, and postguard time which are an effective modulation period, a lamp time, and the pre idle-time list from the postidle time.

[0040] OFDM / TDMA time burst interval b is called [ Hertz ] for as spacing of the subcarrier made into the unit based on  $b = 1/f_{scs}$  in fscs. One OFDM / TDMA time slot are made to correspond 1 time of for example, a GSM time slot, 1/2, 1/3 time, or 1/4 time in this invention.

[0041] The block diagram of the sending set which applied this invention is shown in drawing 3. The signal which should be transmitted is supplied to the channel encoder 7 through an input terminal 6. The encoded signal is supplied to the interleave machine 8, for example, is interleaved in the predetermined depth, such as a 8x8 OFDM/TDMA frame or a 16x8 OFDM/TDMA frame. The interleaved signal is supplied to change-over machine 9b.

[0042] Pilot symbol generation machine 9c generates a pilot symbol, and this pilot symbol is inserted in the data stream of the signal supplied from the interleave machine 8 in change-over machine 9b. Furthermore, this signal is supplied to modulator 9a, and modulator 9a performs OFDM processing to this signal, and generates a predetermined number of subcarriers.

[0043] In addition, to two or more subcarriers which modulate and convey the signal transmitted, for each GSM frequency channel, change-over machine 9b inserts a known pilot symbol in the each  $n$ -th subcarrier ( $n-1$ ) of every individual, and performs modulation processing. Actuation of change-over machine 9b of this sending set is later explained further to a detail using drawing 9.

[0044] The subcarrier generated as mentioned above is changed into a time domain by the inverse discrete Fourier transform machine or the reverse fast-Fourier-transform machine 10, and is supplied to the time-slot generation machine 11 with it. The time-slot generation machine 11 carries out shaping of the time amount burst to it, for example using a square cosine function while adding the guard time TG to a burst of a time domain.

[0045] OFDM / TDMA time slot is further supplied to D/A converter 12, and D/A converter 12 supplies the signal which changed the OFDM/TDMA time slot into the analog signal from the digital signal, and changed it to RF rise convert machine 13. RF rise convert machine 13 carries out the rise convert of the changed signal. The signal by which the rise convert was carried out is transmitted through an antenna 15.

[0046] The clock generation machine 14 shown in drawing 3 generates a clock signal, and supplies this clock signal to the interleave machine 8, modulator 9a, change-over machine 9b, the reverse dispersion / fast-Fourier-transform machine 10, and the time-slot generation machine 11. In addition, a clock change-over machine is formed and you may make it change a clock signal into the clock generation machine 14 according to a transmitting system. For example, various numbers of subcarriers are generable by changing the clock generation machine 14 and supplying various clock signals to modulation means 9a with a clock change-over vessel.

[0047] The block diagram of the receiving set which applied this invention is shown drawing 4. An antenna 15 receives a sending signal and supplies this signal to RF down convert machine 16. RF down convert machine 16 carries out the down convert of this signal, and supplies the signal which carried out the down convert to A/D converter 17. A/D converter 17 changes this signal into a digital format from an analog format, and supplies the changed signal to dispersion / fast-Fourier-transform machine 19. Dispersion / fast-Fourier-transform machine 19 changes the supplied signal into a frequency domain. This dispersion / fast-Fourier-transform machine 19 synchronizes with predetermined time amount and a predetermined frequency by time amount synchronous machine 18a and frequency synchronization machine 18b. The frequency-domain signal outputted from dispersion / fast-Fourier-transform machine 19 modulates a subcarrier as a data signal, a signaling signal, a pilot symbol, etc., and it restores to this signal by recovery means 20a. A pilot symbol is supplied to S tee mate machine 20b among the signals acquired as a result of this recovery, and thereby, S tee mate machine 20b is set up so that it may correspond to change-over machine 9b of a corresponding sending set, and pilot symbol generation machine 9c. That is, in the transmission system which applied this invention, a receiving set and a sending set operate based on the pilot symbol modulation rate of a known pilot symbol and the subcarrier of each GSM channel, respectively. For example, in the radio communications system, when a sending set is used in a mobile station and the receiving set is used in the base station, the mobile station and the base station have the information about a pilot symbol beforehand, respectively, and have the information about in which subcarrier the pilot signal is included.

[0048] S tee mate machine 20b of a receiving set compares the pilot symbol which received with the known pilot symbol recorded on memory, thereby, presumes channel transmission functions,

such as attenuation of a channel, and generates the channel transmission function which complements time amount and/or a frequency further. Equalizer 20c performs identification processing to the transmitted data stream using the channel transfer function obtained as mentioned above. Thus, the data to which the transmitted data have been transmitted by this can be equalized appropriate and correctly. The detail of this processing is later explained to a detail using drawing 10 and drawing 11.

[0049] The signal with which identification processing was performed is supplied to the day interleave machine 21, and the day interleave machine 21 carries out the day interleave of this signal, and supplies the signal which carried out the day interleave to the channel decoder 22. The channel decoder 22 performs channel decoding to a signal. The further processing may be made to perform to the channel decoder 22 if needed. The clock generation means 52 supplies time amount synchronous machine 18a, frequency synchronization machine 18b, the discrete Fourier transform machine 19, demodulator 20a, S tee mate machine 20b, equalizer 20c, and a clock signal required for the day interleave machine 21.

[0050] Here, in order to form the compatibility of a GSM method, and an OFDM / TDMA method, the example of a suitable combination of the number of the subcarriers mapped by 1 or two or more GSM time slots and the number of OFDM/TDMA time slots is shown. In this example, the 200kHz frequency band corresponding to the frequency bandwidth of the channel of a GSM method is used for the frequency slot used as the foundation of compatibility. The number of subcarriers is chosen as had reverse compatibility in OFDM / TDMA method to GSM time-slot structure or the GSM frame structure. That is, two or more GSM time slots or one GSM frame is re-divided into two or more suitable OFDM / TDMA time slots based on the number of subcarriers. In this invention, time amount-frequency diversity can be emphasized using a cross interleave, and reverse compatibility over a GSM system can be realized. Furthermore, the unavoidable loose interleave delay in realistic delay of a sound signal etc., transmission of a data signal, etc. can be taken into consideration. The gestalt of the suitable operation of an OFDM/TDMA system which has the reverse compatibility over a GSM system about assignment (frequency band) and time amount structure (the time slot or the GSM frame) of a channel is shown below.

[0051] In the following examples, 1 thru/or four OFDM / TDMA time slots are mapped in one GSM time slot. In the gestalt of this operation, desirably, although a pre guard time and a postguard time are prepared, it is not necessary to prepare a pre guard time and a postguard time.

[0052] In the 1st example, the number of subcarriers is 48, and in order to prevent interference between the adjoining slots, it prepares between slots the subcarrier which does not perform modulation processing. Spacing of a subcarrier is  $200\text{kHz} / 48 = 4.166\text{kHz}$ , therefore OFDM / TDMA time burst TOFDM is  $48/200\text{kHz} = 240$  microseconds. In this case, since a symbol becomes very long as compared with the period (microsecond) which has a period for 240 microseconds and the symbol of GSM has, it has the advantage that interference between the symbols by delay of a radio frequency channel is avoidable.

[0053] In the 1st example, the guard time which consists of a pre guard time and a postguard time is set as 30 microseconds. In addition, the die length of a guard time is set up according to the channel delay profile (multi-pass environment) expected. Setting [ therefore ] a lamp time as 20 microseconds from 10 microseconds, TS of the die length of the whole OFDM / TDMA time slot is 280 microseconds to 290 microseconds. This period suits  $1/2$  for 576.923 microseconds which is the period of a GSM time slot. Therefore, in the 1st example, two OFDM / TDMA time slots are mapped in one GSM time slot, and guard adjustment time amount is established if needed.

[0054] In the 1st example, a basic clock is set as  $240 \text{ microseconds} / 64 = 3.75 \text{ microseconds}$ . Moreover, a pre guard time is set to 22.5 microseconds which is a part for six samples, a postguard time is set to 7.5 microseconds which is a part for two samples, and, thereby, the sum total of a guard time is set to 30 microseconds. Moreover, a lamp time is set to 15.0 microseconds which is a part for four samples. Thereby, a sum total symbol time is set to  $(240 \text{ microseconds} / 64) * (64 + 6 + 2 + 4) = 285 \text{ microsecond}$ .

[0055] In the 1st example, it interleaves based on 2.3077ms which is the die length of OFDM / TDMA frame length TS, i.e., eight OFDM/TDMA time slots. The depth of a desirable interleave is 8x8OFDM / the TDMA frame (18.461ms of delay by interleave), or a 16x8 OFDM/TDMA frame (36.923ms of delay by interleave). Moreover, it is good also considering the depth of an interleave as a 12x8 OFDM/TDMA frame. In this case, the delay by interleave is set to 27.692ms.

Therefore, data transmission can be performed using the interleaver which has the same design and same engine performance as what is used in the standard GSM method by setting the depth of an interleave as 8x8OFDM / the TDMA frame. On the other hand, when the depth of an interleave is set as a 16x8 OFDM/TDMA frame, while having the same interleave delay as being used by the standard GSM method, engine performance, such as interleave gain in data transmission, can be raised.

[0056] In the 2nd example, in order to set the number of subcarriers as 32 and to prevent interference between the adjoining frequency slots, the subcarrier which does not perform 1 or two or more modulation processings is prepared in the boundary of a frequency slot. Spacing of a subcarrier is set to  $200\text{kHz} / 32 = 6.25\text{kHz}$ , therefore sets the die length of a time burst to  $1/6.25\text{kHz} = 160$  microseconds. Moreover, the sum total of a pre guard time and a postguard time is set to 20 microseconds, and a lamp time is set to 10.0 microseconds. Thereby, the overall length of OFDM / TDMA time slot is set to 190 microseconds. Moreover, three OFDM / TDMA time slots TS are mapped with a suitable time guard in one GSM time slot TS. In other words, one OFDM / TDMA time slot TS are mapped at the section equivalent to 3/1 of GSM time slots.

[0057] In the 2nd example, a basic clock is set as  $160 \text{ microseconds} / 32 = 5 \text{ microseconds}$ . Moreover, a pre guard time is set to 15.0 microseconds for three samples, a postguard time is considered as a part for one sample, and, thereby, the sum total of a guard time is set to a total of 20 microseconds. Furthermore, a lamp time is set as 10.0 microseconds for two samples. Therefore, the sum total of a symbol time is set to  $(160 \text{ microseconds} / 32) * (32 + 3 + 1 + 2) = 190 \text{ microsecond}$ .

[0058] In the 2nd example, one OFDM/TDMA frame which consists of six OFDM / TDMA time slots is mapped in two GSM time slots. Moreover, let the depth of an interleave be a 4x4 OFDM/TDMA frame (the 18.461ms of the total time delays), or a 8x4 OFDM/TDMA frame (the 36.923ms of the total time delays). Or the depth of an interleave may be set as a 6x4 OFDM/TDMA frame (the 27.692ms of the total time delays).

[0059] In the 3rd example, in order to set the number of subcarriers to 24 and to prevent interference between the adjoining slots, the subcarrier which does not perform modulation processing is prepared in a boundary. Moreover, the die length of a subcarrier is set to  $200\text{kHz} / 24 = 8.33\text{kHz}$ , and, thereby, the die length of an OFDM/TDMA burst is set to  $1/8.33\text{kHz} = 120$  microseconds. Furthermore, the sum total of a pre guard time and a postguard time is set to 15 microseconds, and a lamp time is set to 9 microseconds. Therefore, the die length of OFDM / TDMA time slot is set to 144 microseconds. Furthermore, four OFDM/TDMA is mapped with a time guard in one GSM time slot. In other words, one OFDM / TDMA time slot TS are mapped by 1 / 4GSM time slot. The 3rd example has the advantage that a channel environment can be changed to a high speed.

[0060] In the 3rd example, a basic clock is set as  $120 \text{ microseconds} / 32 = 3.75 \text{ microseconds}$ . In more detail, a pre guard time is set to 11.25 microseconds for three samples, a postguard time is set to 3.75 microseconds for one sample, and, thereby, the sum total of a guard time is set to 15 microseconds. Moreover, a lamp time is set to 7.5 microseconds for two samples. Therefore, a symbol time is set to  $(120 \text{ microseconds} / 32) * (32 + 3 + 1 + 2) = 142.5 \text{ microsecond}$ .

[0061] In the 3rd example, one GSM time slot and one OFDM/TDMA frame which mapped four OFDM / TDMA time slots are made to correspond, and it interleaves based on this. Here, let the depth of an interleave preferably be 4x4OFDM / the TDMA frame (18.461ms of the total interleave delay), or 8x4OFDM / the TDMA frame (36.923ms of the total interleave delay). Or it is good also considering the depth of an interleave as 6x4OFDM / a TDMA frame (27.692ms of the total interleave delay).

[0062] In the 4th example, in order to set the number of subcarriers to 104 and to prevent

interference between slots, 1 or two or more subcarriers which do not perform modulation processing are prepared in the boundary between slots. Spacing of a subcarrier is  $200\text{kHz} / 104 = 1.923\text{kHz}$ , and, thereby, OFDM / TDMA time burst is set to  $1 / 1.923\text{kHz} = 520$  microseconds.

Moreover, the sum total of a pre guard time and a postguard time is set to 25 microseconds, and a lamp time is set to 15 microseconds. Therefore, the die length of OFDM / TDMA time slot is set to 560 microseconds. Although one OFDM / TDMA time slot are mapped by one GSM time slot with the adjustment guard for 17 microseconds, it is mapped by an OFDM/TDMA time slot and the GSM time slot at this time.

[0063] In the 4th example, a basic clock is set as  $520 \text{ microseconds} / 128 = 4.0625$  microseconds. In more detail, a pre guard time is set to 20.3125 microseconds for five samples, it is referred to as 8.125 microseconds for two samples as a postguard time, and, thereby, the sum total of a guard time is set to 28.4375 microseconds. Furthermore, a lamp time is set as 12.1875 microseconds for three samples. Thereby, the die length of a symbol time is set to  $(520 \text{ microseconds} / 128) * (128 + 5 + 2 + 3) = 560.625 \text{ microsecond}$ . In addition, the depth of an interleave is made into eight per same 8TDMA as a GSM method.

[0064] In all the examples mentioned above, the parameter about an interleave can be dynamically changed according to the data rate which takes various values. For example, a setup of an above-mentioned interleave may be greatly changed so that delay may improve time amount and the frequency diversity effectiveness like data transmission, especially transmission of image data or image data in the application which does not pose a problem so greatly. However, in order to secure the reverse compatibility over a GSM method, it is desirable to make the GSM time slot per 1GSM frame into either two pieces, four pieces or eight pieces.

[0065] In this invention, an OFDM/TDMA method and a GSM method are convertible by the minimum accommodation with implementation of the above compatibility. Furthermore, conversion to an OFDM/TDMA method from a GSM method and conversion of the hard flow can be performed easily. The interpolation performed between these two methods is hereafter explained with reference to drawing 5 and drawing 6.

[0066] Drawing 5 shows the example which mapped one fundamental OFDM/TDMA frame which consists of eight OFDM / TDMA time slots in 1 / 2GSM time slot, namely, mapped 16 OFDM/TDMA time slots in eight GSM time slots. In other words, two OFDM / TDMA time slots are mapped in one GSM time slot. In the example shown in drawing 5, the die length of one OFDM/TDMA frame containing eight OFDM / TDMA time slots is 2.308ms. OFDM / TDMA time slot 24 is time slots for received data, the OFDM/TDMA time slot 25 is a time slot for transmit data, and the OFDM/TDMA time slot 26 is a time slot corresponding to the received data in the following subframe. Low-speed frequency hopping is performed between two OFDM / TDMA time slots 25, and 26. 16 frames will be set to 36.923ms if the one-frame length of a subframe is set to 2.308ms. This value is important for the interleave machine in the system which applied this invention. An interleave machine can offer a system strong against a transmission error by time amount, the frequency, and the diversity of interference, while data were distributed to 16 subframes and this had suppressed the total interleave delay at 36.92ms. As above-mentioned, since the response of real time is required, it is necessary to shorten interleave delay by transmission of a sound signal. The depth of an interleave of 16 OFDM/TDMA frame is correctly in agreement with the depth of the interleave of a 8x8GSM frame which has the die length for 36.923ms.

[0067] By using the parameter mentioned above, OFDM / TDMA method can coexist with the existing GSM method, and a time slot, a frequency, and reverse compatibility about an interleave can be realized. Furthermore, these two methods are realizable at coincidence in one common system to which the common frequency band was assigned. One of the advantages of this invention is in the point which can raise a data rate by assigning one user two or more time slot and/or two or more frequency slots. Time amount / frequency grid common to an OFDM/TDMA method and a GSM method are shown in drawing 6. Time amount / frequency slot is assigned to three OFDM/TDMA users and one GSM user in drawing 6. OFDM / TDMA user uses one OFDM / TDMA time slot which was explained using drawing 5 and which is mapped by 1 / 2GSM time slot. The 1st and 2nd OFDM/TDMA users are transmitting data using the usual data

transmission rate in a 200kHz GSM frequency channel. On the other hand, the 3rd OFDM/TDMA user is transmitting data with the high data transmission rate using four GSM frequency channels.

[0068] A GSM user uses the receiving GSM time slot 27, the GSM time slot 28 for transmission, the GSM time slot 29 for reception, and the GSM time slot 30 for transmission. Between the GSM time slot 28 for transmission, and the GSM time slot 29 for reception, low-speed frequency hopping is performed and TDMA processing is performed between the GSM time slot 28 and the GSM time slot 29.

[0069] The 1st OFDM / TDMA user who transmits data with the usual data transmission rate use the OFDM/TDMA time slot 38 for reception, the OFDM/TDMA time slot 39 for transmission, the OFDM/TDMA time slot 40 for reception, the OFDM/TDMA time slot 41 for transmission, the OFDM/TDMA time slot 42 for reception, the OFDM/TDMA time slot 43 for transmission, and the OFDM/TDMA time slot 44 for reception. TDMA processing is performed between OFDM / TDMA time slot for each reception, and the OFDM/TDMA time slot for transmission corresponding to each. Moreover, low-speed frequency hopping is performed between OFDM / TDMA time slot for each transmission, and the OFDM/TDMA time slot for reception following it.

[0070] Similarly, the 2nd user uses OFDM / TDMA time slot 45 for reception, the OFDM / TDMA time slot 46 for transmission, the OFDM/TDMA time slot 47 for reception, the OFDM/TDMA time slot 48 for transmission, the OFDM/TDMA time slot 49 for reception, the OFDM/TDMA time slot 50 for transmission, and the OFDM/TDMA time slot 51 for reception.

[0071] The 3rd user who transmits data with a high data transmission rate uses OFDM / TDMA time slot 31 for reception, the OFDM/TDMA time slot 32 for transmission, the OFDM/TDMA time slot 33 for reception, the OFDM/TDMA time slot 34 for transmission, the OFDM/TDMA time slot 35 for reception, the OFDM/TDMA time slot 36 for transmission, and the OFDM/TDMA time slot 37 for reception. About the 3rd OFDM / TDMA user, similarly, TDMA processing is performed between the OFDM/TDMA time slot for each reception, and OFDM / TDMA time slot for transmission corresponding to it, and low-speed frequency hopping is performed between OFDM / TDMA time slot for each transmission, and the OFDM/TDMA time slot for reception following each.

[0072] The clock generation machine 52 formed in drawing 7 at a sending set and/or a receiving set is shown. This clock generation machine 52 generates and supplies a required clock to both the GSM system which applied this invention, and an OFDM/TDMA system. The clock generation machine 52 operates based on the 26MHz clock used as a common reference clock in the GSM method. The clock generation machine 52 is equipped with the oscillator 53 which generates a 26MHz clock. Furthermore, the clock generation machine 52 is equipped with two or more divider and/or multipliers 54-70. these dividers — and — or multipliers 54-70 are alternatively used according to an actual OFDM/TDMA system. In drawing 7 , although all the dividers and multipliers required in order to generate the clock used for all the examples mentioned above were shown, in each example, an unnecessary part is omissible.

[0073] In a divider 54, the division of the clock signal outputted from the oscillator 53 is done by 65, and a division is further done by 2 in dividers 55 and 56. Thereby, the 200kHz clock used in a GSM method and an OFDM/TDMA method is generated. In OFDM / TDMA system, when three OFDM / TDMA time slots are mapped in one GSM time slot, a 200kHz clock is used as a basic clock. In a GSM method, 200kHz clocks are a subcarrier and a reference clock of a synthesizer.

[0074] Moreover, in a multiplier 57, the multiplication of the 26MHz clock signal outputted from a divider 54 is carried out by 2, and a division is further done by 3 in a divider 58. Thereby, a 266kHz clock signal is generated. In OFDM / TDMA method, this clock signal serves as a basic clock in the case of mapping four OFDM / TDMA time slots in one GSM time slot, when it maps one OFDM / TDMA time slot in one GSM time slot.

[0075] Further, in a multiplier 59, the multiplication of the clock signal outputted from a multiplier 57 is carried out, and a division is continuously done [ 4 ] by 13 with a divider 60. Thereby, a 246.154kHz clock signal is generated. This clock signal serves as a basic clock in the case of mapping one OFDM/TDMA time slot in one GSM time slot in OFDM / TDMA method.

[0076] Moreover, in a divider 61, the division of the 26MHz clock signal outputted from an

oscillator 53 is done by 2, and a division is further done by 48 in a divider 62. Thereby, a 270.83kHz clock is generated. This clock is used as a bit clock in a GSM method.

[0077] Further, in a divider 63, the division of the clock signal outputted from a divider 61 is done, and a division is continuously done [ 625 ] by 4 in a divider 64. Thereby, a 5.20kHz clock signal is generated. In OFDM / TDMA method, this clock signal is used, when it maps three OFDM/TDMA time slots in one GSM time slot.

[0078] Furthermore, in a divider 65, the division of the clock signal outputted from a divider 63 is done by 3, and, thereby, a 6.933kHz clock signal is generated. In OFDM / TDMA method, this clock signal is used, when it maps four OFDM/TDMA time slots in one GSM time slot.

Furthermore, in a divider 66, the division of the clock signal outputted from a divider 65 is done by 2, and, thereby, a 3.466kHz clock signal is generated. In OFDM / TDMA method, this clock signal is used, when it maps two OFDM/TDMA time slots in one GSM time slot. Furthermore, in a divider 67, the division of the clock signal outputted from a divider 66 is done by 2, and, thereby, a 1.733kHz clock signal is generated. In OFDM / TDMA method, this clock signal is used, when it maps one OFDM/TDMA time slot in one GSM time slot. Moreover, a 1.733kHz clock signal is used also in the GSM time slot in a GSM method.

[0079] Furthermore, in a divider 68, the division of the clock signal outputted from a divider 67 is done by 2, and, thereby, a 866.66Hz clock signal is generated. This clock signal is a frame clock in OFDM / TDMA method, and becomes a thing based on the frame on which an operation mode has a period for 1.1538ms here. The period for 1.1538ms is correctly in agreement with one fourth of GSM frame length.

[0080] Furthermore, in a divider 69, the division of the clock signal outputted from a divider 68 is done by 2, and, thereby, a 433.33Hz clock signal is generated. This clock signal is a frame clock in OFDM / TDMA method, and becomes a thing based on the frame on which an operation mode has a period for 2.3077ms here. The period for 2.3077ms is correctly in agreement with one half of GSM frame length.

[0081] Furthermore, in a divider 70, the division of the clock signal outputted from a divider 69 is done by 2, and, thereby, a 216.66Hz clock signal is generated. This clock signal is a frame clock in OFDM / TDMA method, and becomes a thing based on the frame on which an operation mode has a period for 4.6154ms here. The period for 4.6154ms is equal to GSM frame length. Moreover, this 216.66Hz clock signal is used also as a frame clock in a GSM method.

[0082] Thus, a clock signal required in order to generate required OFDM / TDMA time slot, and an OFDM/TDMA time burst is easily generable using a multiplier and a divider. When using only the part of the OFDM/TDMA systems explained in the above-mentioned example, the part which is not used of the clock generation structures shown in drawing 7 can be omitted. the number of a subcarrier, spacing of a subcarrier, mapping to a GSM time slot, and FFT — all parameters, such as resolution, can be easily specified from compatibility with GSM, and can be easily realized using a common GSM clock transmitter.

[0083] In this invention, assignment of a burst, i.e., a time domain slot, and assignment of a frequency slot are performed based on OFDM / TDMA method. According to this invention, the reverse compatibility over the burst / frequency structure by the existing GSM method is realizable. Each parameter in OFDM / TDMA system method is chosen from the inside of various frequency bands appointed in each mobile communication environment.

[0084] Drawing 8 is drawing explaining assignment of a pilot symbol. Drawing 8 (a) shows the OFDM/TDMA channel U0. The OFDM/TDMA channel U0 consists of six GSM frequency channels. As mentioned above, the transmit-frequencies band in an OFDM/TDMA system may differ from the GSM transmit-frequencies band, and a subcarrier is assigned in this case corresponding to the frequency band of a GSM frequency channel. In addition, the OFDM/TDMA channel is assigned to the GSM frequency channel in this example. Since the bandwidth of a GSM frequency channel is 200kHz, the bandwidth of the OFDM/TDMA channel U0 is set to 1.2MHz. The example shown in drawing 8 corresponds to the 1st example mentioned above, the sum total of a subcarrier assigned to one GSM frequency channel is 48, and two OFDM / TDMA time slots 100,102 are mapped by one GSM time slot. The die length of this GSM time slot is 5676.9microsecond.



[0085] Drawing 8 (b) is drawing showing in a detail the subcarrier 1 assigned to the GSM frequency channel which has the bandwidth of 200kHz. In order to simplify drawing, drawing 8 (b) shows the one half of the 48 subcarriers, i.e., 24 subcarriers. The assignment to one GSM frequency channel of 48 subcarriers is made by mapping two OFDM / TDMA time slots 101,102 in one GSM time slot, as shown in drawing 8 (b). OFDM / TDMA time slot 101 — each of (b) of drawing 8 , and (c) — it is shown in a left-hand side column — having — the OFDM/TDMA time slot 102 — each of drawing 8 (b) and drawing 8 (c) — it is shown in the right-hand side column.

[0086] As shown in drawing 8 (b), pilot symbol 100,100' is assigned to the each 6th subcarrier 1 in every five. The subcarrier 1 of the 1st OFDM/TDMA time slot 101 modulated with the pilot symbol 100 and the subcarrier 1 of the 2nd OFDM/TDMA time slot 102 modulated with pilot symbol 100' will be interlaced by this, and, as a result, pilot symbol 100' of the 2nd time slot 102 will have a frequency band used as each mean value of the pilot symbol 100 of the 1st time slot 101.

[0087] Same processing is performed also in the example shown in drawing 8 (c). In the example shown in drawing 8 (c), pilot symbol 103,103' is assigned to the each 8th subcarrier in every seven among two or more subcarriers. In addition, in drawing 8 (b) and drawing 8 (b), the subcarrier 1 which is not modulated by the pilot symbol is modulated by the data signal. In the example shown in drawing 8 (b), the consistency of a pilot symbol is 1/6, i.e., 16.6%, and the consistency of a pilot symbol is 1/8, i.e., 12.5%, in the example shown in drawing 8 (c).

[0088] In addition, in the 2nd, 3rd, and 4th examples mentioned above, the number of the subcarriers in one GSM time slot differs from what is shown in drawing 8 . Furthermore, one GSM time slot consists of 1, 3, or four OFDM/TDMA. What is necessary is to transform the technique of an interlace shown in drawing 8 according to the configuration of a GSM time slot, and just to apply it, when 3, or four OFDM / TDMA time slots constitute one GSM time slot.

[0089] Drawing 9 is drawing showing some sending sets shown in drawing 3 . the interleave machine 8 — change-over machine 9b — minding — for example, the data signals d0, d1, and d2 ... is supplied to modulator 9a. the pilot symbols p0, p1, and p2 as which pilot symbol generation machine 9c which has a memory apparatus generated change-over machine 9b ... is inserted in a data signal at the predetermined spacing (INTAPOZU). Thereby, while a pilot symbol is assigned to the each n-th subcarrier, i.e., (n-1), the subcarrier of every individual, in modulator 9a of the next step, this data signal, a pilot symbol, and the signal to include are modulated. A pilot symbol is assigned to the each 6th subcarrier generated by the modulation means, i.e., the subcarrier in every five pieces, in the example shown in drawing 9 . This corresponds to the example shown in drawing 8 (b).

[0090] the pilot symbol to which it is shown in drawing 4 and the receiving set mentioned above is transmitted — using — the transfer function of a channel — an S tee mate — that is, it calculates and estimates. The channel transfer function which acted as the S tee mate is for example, channel attenuation etc. Identification processing of the input signal by equalizer 20c based on the result of the S tee mate of the channel attenuation by that of S tee mate machine 20b shown in drawing 4 and its S tee mate is explained below using drawing 10 and drawing 11 .

[0091] Drawing 10 is a graph which shows the example of the channel attenuation in an inside-of-a-house environment. The transmission system which applied this invention is constituted by a base station equipped with a receiving set, and 1 or two or more mobile stations equipped with a sending set. A mobile station is indoors used in the example explained here, the passing speed of a mobile station is comparatively slow, and since the multi-pass effectiveness is not so serious, channel attenuation draws a comparatively gently-sloping curve, as shown in drawing 10 .

[0092] At such an operating environment, there may be few pilot symbols required in order to perform the S tee mate of channel attenuation correctly. S tee mate machine 20b compares the pilot symbol which received with the known pilot symbol stored in memory, and performs time amount and/or frequency interpolation to the subcarrier by which the data signal was modulated based on this result. The graph shown in drawing 10 is a graph about the time slot shown in drawing 8 (c), and the each n-th subcarrier, i.e., the subcarrier of every individual (n-1), shows a pilot symbol. In the example shown here, the pilot symbol of two adjacent OFDM / TDMA time



slots 101,102 is interlaced. S tee mate machine 20b computes the attenuation value of each pilot symbol 100 of the 1st OFDM / TDMA time slot 101, and the attenuation value of each pilot symbol 100' of the 2nd OFDM/TDMA time slot 102.

[0093] As shown in drawing 10 , the pilot symbol 100 and pilot symbol 100' are interlaced at equal intervals. S tee mate machine 19b estimates the interpolation curve which connects the channel attenuation value of the computed pilot symbol 100 and pilot symbol 100'. It estimated, namely, the channel decay curve which acted as the S tee mate is used for equalizer 20c. That is, equalizer 20c performs identification processing to the data signal received using this channel decay curve.

[0094] Drawing 11 is a graph which shows the channel decay curve in an outdoor environment. The graph shown in this drawing 11 has the large degree of change compared with the graph shown in drawing 10 . Therefore, in such an environment, in order to carry out identification processing of the data signal correctly, more pilot signals are needed. For this reason, in the example shown in drawing 11 , more pilot symbols are assigned to two or more subcarriers of each GSM frequency channel.

[0095] It sets in this example, and the pilot symbol is assigned and modulated to the each 4th subcarrier, i.e., the subcarrier in every three pieces. As shown in drawing 10 and drawing 11 , S tee mate machine 20b computes channel transfer functions, such as for example, channel attenuation, by detecting change of the amplitude and migration from the subcarrier which modulated the pilot symbol. Thereby, two-dimensional identification-interpolation, such as time domain interpolation using OFDM / TDMA time slot which plurality adjoins, and/or frequency-domain interpolation using the subcarrier based on a pilot symbol, is realizable. When applying this invention to two or more adjacent OFDM / TDMA time slots, the pilot symbol assigned to a corresponding subcarrier at equal intervals is assigned to a different location for every OFDM/TDMA time slot.

[0096]

[Effect of the Invention] As mentioned above, the transmitting approach and sending set concerning this invention assign the subcarrier of the number of arbitration to two or more channels according to the information which the signal transmitted shows, and transmit a signal based on an orthogonal frequency division multiplex-Time Division Multiple Access. Two or more subcarriers are assigned to the frequency band corresponding to the frequency channel of a mobile communication global method at this time. The integral multiple of the time slot of the orthogonal frequency division multiplex-Time Division Multiple Access generated is made in agreement with the time slot of the mobile communication global method of 1 or an integer individual.  $n$  as two or more integers By assigning a pilot symbol to the subcarrier of every individual  $(n-1)$  Compatibility with the mobile communication global method which has the frequency channel of the mobile communication global method of a predetermined number and the time slot of the mobile communication global method of the predetermined number by which grouping was carried out into the frame of a mobile communication global method is realized.

[0097] Moreover, the receiving approach and receiving set concerning this invention perform identification processing to the data within the signal received based on the channel transfer function which computed and computed the channel transfer function based on the pilot symbol which receives the signal transmitted by the above-mentioned transmitting approach and the sending set, and is contained in the received signal.

[0098] Thus, according to this invention, the signal based on OFDM / TDMA method which has compatibility to a mobile communication global method can be transmitted and received. Moreover, since spacing of insertion of the pilot symbol to a sending signal can be set as arbitration, in consideration of each importance of interleave delay and the dependability of a signal transmission, the optimal signal transmission and reception are realizable according to this invention, according to an environment.

---

[Translation done.]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is drawing showing the rough structure of OFDM / TDMA time slot.

[Drawing 2] It is drawing showing the structure of an OFDM/TDMA time slot in a detail more.

[Drawing 3] It is the block diagram of the sending set which applied this invention.

[Drawing 4] It is the block diagram of the receiving set which applied this invention.

[Drawing 5] It is drawing showing the structure of an OFDM/TDMA frame of having the compatibility over a GSM method.

[Drawing 6] It is drawing showing time amount / frequency grid common to an OFDM/TDMA method and a GSM method.

[Drawing 7] It is drawing showing the configuration and actuation of a clock generation machine.

[Drawing 8] It is drawing explaining assignment of a pilot symbol.

[Drawing 9] It is drawing explaining actuation of the change-over machine of the sending set shown in drawing 3 .

[Drawing 10] It is the graph which shows the channel attenuation in an inside-of-a-house environment.

[Drawing 11] It is the graph which shows the channel present blow hole in an outdoor environment.

[Drawing 12] It is drawing showing the 1st channel group who consists of two or more channels which can be set to an OFDM/TDMA system.

[Drawing 13] It is drawing showing two or more subcarriers in the channel shown in drawing 12 .

[Drawing 14] It is drawing showing the wave of the subcarrier in two channels shown in drawing 13 .

[Drawing 15] The 1st channel group who shows drawing 12 is drawing showing the 2nd different channel group.

[Drawing 16] It is drawing showing the structure of a standard GSM time slot.

[Drawing 17] It is drawing showing the structure of the standard GSM frame.

[Description of Notations]

6 Input Terminal, 7 Channel Encoder, 8 Interleave Machine, 9a Modulator, 9B Change-over Machine, 9C Pilot Symbol Generation Machine, 10 Fourier Converter, 11 Time-Slot Generation Machine, 12 D/A Converter, 13 RF Up Converter, 14 Clock Generation Machine, 15 Antenna

---

[Translation done.]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2000-68975

(P 2000-68975 A)

(43) 公開日 平成12年3月3日 (2000. 3. 3)

(51) Int. Cl. 7

識別記号

F I

テマコード (参考)

H 0 4 J 11/00

H 0 4 J 11/00

Z

H 0 4 Q 7/36

H 0 4 B 7/26

1 0 5 D

審査請求 未請求 請求項の数 15 OL

(全 17 頁)

(21) 出願番号 特願平11-43763

(22) 出願日 平成11年2月22日 (1999. 2. 22)

(31) 優先権主張番号 98103101. 6

(32) 優先日 平成10年2月22日 (1998. 2. 22)

(33) 優先権主張国 ヨーロッパ特許庁 (E P)

(71) 出願人 598094506

ソニー インターナショナル (ヨーロッパ)  
ゲゼルシャフト ミット ベシュレンクテル  
ハフツング

ドイツ連邦共和国 ディー-50829 ケル  
ン フーゴ エックナー シュトラッセ  
20

(74) 代理人 100067736

弁理士 小池 晃 (外2名)

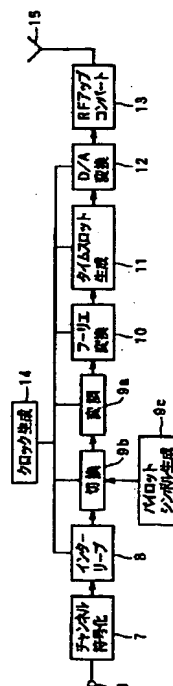
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 送信方法及び送信装置、並びに受信方法及び受信装置

(57) 【要約】

【課題】 移動通信グローバル方式 (GSM) に互換性を有する直交周波数多重分割/時分割多元接続方式 (OFDM/TDMA) に基づく信号の送受信を行う。

【解決手段】 複数の副搬送波を GSM 周波数チャネルに対応する周波数帯域に割り当て、生成される OFDM/TDMA タイムスロットの整数倍を 1 又は整数個の GSM タイムスロットに一致させ、 $n$  を 2 以上の整数として、パイロットシンボルを  $(n-1)$  個おきの副搬送波に割り当てる。また、このように送信された信号を受信し、受信した信号に含まれるパイロットシンボルに基づいてチャンネル伝達関数を算出し、これに基づく等化処理を行う。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 直交周波数分割多重一時分割多元接続方式に基づいて信号を送信する送信方法であって、上記送信される信号が示す情報に応じて任意の数の副搬送波を複数のチャンネルに割り当てるステップと、上記信号を送信するステップとを有し、上記複数の副搬送波を移動通信グローバル方式の周波数チャンネルに対応する周波数帯域に割り当て、生成される直交周波数分割多重一時分割多元接続方式のタイムスロットの整数倍を 1 又は整数個の移動通信グローバル方式のタイムスロットに一致させ、 $n$  を 2 以上の整数として、パイロットシンボルを  $(n-1)$  個おきの副搬送波に割り当てることにより、所定数の移動通信グローバル方式の周波数チャンネルと、移動通信グローバル方式のフレーム内にグループ化された所定数の移動通信グローバル方式のタイムスロットとを有する移動通信グローバル方式との互換性を実現したことを特徴とする送信方法。

【請求項 2】 複数の直交周波数分割多重一時分割多元接続方式のタイムスロットが 1 つの移動通信グローバル方式のタイムスロットに対応するとき、隣り合う直交周波数分割多重一時分割多元接続方式のタイムスロット内のパイロットシンボルは、それぞれ互いに周波数インターレース処理を施されることを特徴とする請求項 1 記載の送信方法。

【請求項 3】 上記隣り合う直交周波数分割多重一時分割多元接続方式のタイムスロット内の各パイロットシンボルは、隣り合う直交周波数分割多重一時分割多元接続方式のタイムスロット内の対応する 2 つのパイロットシンボルの中間に位置する周波数帯域を有する副搬送波に割り当てられ、それぞれ対称的にインターレース処理されることを特徴とする請求項 2 記載の送信方法。

【請求項 4】 上記 G S M 周波数チャンネルの周波数帯域には、48 個の副搬送波が割り当てられ、 $n$  を 6 又は 8 とし、2 つの直交周波数分割多重一時分割多元接続方式のタイムスロットが 1 つの移動通信グローバル方式のタイムスロットに対応することを特徴とする請求項 1 乃至 3 いずれか 1 項記載の送信方法。

【請求項 5】 直交周波数分割多重一時分割多元接続方式に基づいて信号を送信する送信装置であって、上記送信される信号が示す情報に応じて任意の数の副搬送波を複数のチャンネルに割り当てる割当手段と上記信号を送信する送信手段とを備え、

上記割当手段は、上記複数の副搬送波を移動通信グローバル方式の周波数チャンネルに対応する周波数帯域に割り当て、生成される直交周波数分割多重一時分割多元接続方式のタイムスロットの整数倍を 1 又は整数個の移動通信グローバル方式のタイムスロットに一致させ、 $n$  を 2 以上の整数として、パイロットシンボルを  $(n-1)$  個おきの副搬送波に割り当てることにより、所定数の移

動通信グローバル方式の周波数チャンネルと、移動通信グローバル方式のフレーム内にグループ化された所定数の移動通信グローバル方式のタイムスロットとを有する移動通信グローバル方式との互換性を実現したことを特徴とする送信装置。

【請求項 6】 上記割当手段は、複数の直交周波数分割多重一時分割多元接続方式のタイムスロットが 1 つの移動通信グローバル方式のタイムスロットに対応するとき、隣り合う直交周波数分割多重一時分割多元接続方式のタイムスロット内のパイロットシンボルに対し、それぞれ互いに周波数インターレース処理を施すことを特徴とする請求項 5 記載の送信装置。

【請求項 7】 上記割当手段は、上記隣り合う直交周波数分割多重一時分割多元接続方式のタイムスロット内の各パイロットシンボルに対し、隣り合う直交周波数分割多重一時分割多元接続方式のタイムスロット内の対応する 2 つのパイロットシンボルの中間に位置する周波数帯域を有する副搬送波に割り当て、それぞれ対称的にインターレース処理を施すことを特徴とする請求項 6 記載の送信装置。

【請求項 8】 上記割当手段は、上記移動通信グローバル方式の周波数チャンネルの周波数帯域には、48 個の副搬送波を割り当て、 $n$  を 6 又は 8 とし、2 つの直交周波数分割多重一時分割多元接続方式のタイムスロットを 1 つの移動通信グローバル方式のタイムスロットに対応させることを特徴とする請求項 5 乃至 7 いずれか 1 項記載の送信装置。

【請求項 9】 請求項 1 乃至 4 いずれか 1 項に記載の送信方法に基づいて送信された信号を受信する受信方法であって、

上記送信された信号を受信するステップと、上記受信した信号に含まれるパイロットシンボルに基づいてチャンネル伝達関数を算出するステップと、上記算出したチャンネル伝達関数に基づいて上記受信した信号内のデータを等化処理するステップとを有する受信方法。

【請求項 10】 上記算出するステップにおいて、上記受信したパイロットシンボルに基づいて時間及び/又は周波数補間を行って上記チャンネル伝達関数を算出することを特徴とする請求項 9 記載の受信方法。

【請求項 11】 上記チャンネル伝達関数は、チャンネル減衰であることと特徴と請求項 9 又は 10 記載の受信方法。

【請求項 12】 請求項 1 乃至 4 いずれか 1 項に記載の送信方法に基づいて送信された信号を受信する受信装置であって、

上記送信された信号を受信する受信手段と、上記受信した信号に含まれるパイロットシンボルに基づいてチャンネル伝達関数を算出するステップと、上記算出したチャンネル伝達関数に基づいて上記受信し

10

20

30

40

50

た信号内のデータを等化処理する等化手段とを有する受信装置。

【請求項 13】 上記算出手段は、上記受信したパイロットシンボルに基づいて時間及び／又は周波数補間を行って上記チャンネル伝達関数を算出することを特徴とする請求項 12 記載の受信装置。

【請求項 14】 上記チャンネル伝達関数は、チャンネル減衰であることを特徴とする請求項 12 又は 13 記載の受信装置。

【請求項 15】 請求項 5 乃至 8 いずれか 1 項記載の送信装置と、請求項 12 乃至 14 いずれか 1 項記載の受信装置とを備える伝送システム。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、直交周波数分割多重／時分割多元接続（OFDM/TDMA）方式に基づいて信号を送受信するための送信方法及び送信装置、並びに受信方法及び受信装置、並びにそれらを組み合わせた伝送システムに関する。

#### 【0002】

【従来の技術】 直交周波数分割多重（orthogonal frequency division multiplexing：以下、OFDMという。）一時分割多元接続方式（time division multiple access system：以下、TDMAという）に基づく信号の送受信について、図 12 から図 15 を用いて説明する。OFDM/TDMA 方式によれば、互いに直交する複数の副搬送波 1 を様々な数のチャンネル  $U_0, U_1, \dots, U_9$  に割り当てることができる。各チャンネル  $U_0, U_1, \dots, U_9$  は、図 12 から図 15 に示すように、様々な数の副搬送波を含む。この副搬送波の数は、伝送される情報に基づいて決定される。

【0003】 図 12 は、10 個の周波数チャンネル  $U_0, U_1, \dots, U_9$  を示す。各周波数チャンネル  $U_0, U_1, \dots, U_9$  は、伝送される情報に基づいて様々な数の副搬送波を用いて信号を送信する。例えば図 13 に示すチャンネル  $U_0$  及びチャンネル  $U_1$  は、それぞれが伝送する情報に応じて決定されたそれぞれ異なる数の副搬送波 1 が割り当てられている。このように、OFDM/TDMA 方式に基づいて信号を送信する送信装置は、様々な数の副搬送波 1 を各チャンネルに割り当てる。また、各チャンネルに割り当てられる搬送波の数は、伝送される情報量によって決定される。

【0004】 図 13 に示すチャンネル  $U_0$  は、21 個の副搬送波 1 を用いて信号を送信し、チャンネル  $U_1$  は、10 個の副搬送波 1 を用いて信号を送信する。したがって、チャンネル  $U_0$  の伝送レートは、チャンネル  $U_1$  の伝送レートの 2 倍以上となる。

【0005】 チャンネル  $U_0, U_1, \dots, U_9$  の境界には、パワーが 0 の副搬送波であるガードバンド 2 が設け

られ、ガードバンド 2 は、隣接する周波数帯域間の干渉を最小化するスペクトルマスクとして機能する。隣接する周波数帯域間の干渉の影響が小さい場合には、ガードバンド 2 を設ける必要はない。一方、周波数帯域間の干渉の影響が非常に大きい場合には、ガードバンド 2 を複数設けてもよい。

【0006】 副搬送波 1 は、OFDM 処理により生成される。図 14 において、 $W(f)$  は、周波数軸におけるエネルギーを示し、 $B(Hz)$  は、2 つの隣接した副搬送波 1 間の距離を示す。OFDM 処理により、多重副搬送波システム（multi-subcarrier-system）を構築することができ、ここで、多重化する副搬送波の数は、他のチャンネルからの干渉によっては影響されず、割り当てられる帯域幅に基づいて任意に設定することができる。

【0007】 このように、チャンネルに割り当てる搬送波の数を変更することによって、伝送レートを変更することができるので、様々な伝送レートを得ることができる。また、各チャンネル間の副搬送波は、フィルタによって容易に分離することができるので、S/N 特性の劣化を防ぐことができる。副搬送波の多重化に OFDM 処理を用いることにより、各チャンネル間にガードバンド 2 を設ける必要がなくなるため、周波数帯域の利用効率が非常に高くなる。さらに、上述の処理は、高速フーリエ変換を用いることができ、これにより処理の効率及び速度を高めることができる。

【0008】 また、図 15 に示すように、各チャンネルグループ内のチャンネル数を変更することもできる。図 15 は、6 個のチャンネル  $U_0, U_1, \dots, U_5$  からなるチャンネルグループを示す。OFDM/TDMA 方式においては、伝送される情報に基づいて、1 つのグループ内のチャンネル数をその周波数帯域内で変更することができる。

【0009】 標準的な GSM システムにおいては、GMSK 方式と呼ばれる単一搬送波変調方式が用いられる。周波数チャンネルは、一定であり、隣接するチャンネル間の周波数帯域幅は、200 kHz である。FDMA 方式によるチャンネル数は 124 であり、TDMA 方式は、複数の接続を実現するために用いられる。GSM システムにおける TDMA 方式においては、1 つのフレーム内に 8 個の GSM タイムスロットを設ける。

【0010】 図 16 に示すように、GSM タイムスロットの長さは、576.9  $\mu s$  (15/26 ms) である。伝送される GSM タイムスロットは、伝送されるバーストにより完全には満たされておらず、このため、GSM システムの同期が完全ではない場合でも、隣接する GSM タイムスロット間の干渉が抑制される。ガード期間は、8.25 ビット、すなわち、30.5  $\mu s$  である。ガード期間は 2 つの部分に分けられ、一方は、GSM タイムスロットの最初に配置され、他方は GSM タイムスロットの最後に配置される。

【0011】1つのGSMタイムフレームは、8個のGSMタイムスロットから構成され、したがって図17に示すように、4615.4μsの長さを有する。GSMシステムは、図17に示す低速周波数ホッピングをサポートする。図17に示すGSMタイムスロット3は、受信タイムスロットである。GSM方式における時分割デュプレックス（time division duplex: TDD）に基づいて、GSMタイムスロット3に対応する送信GSMタイムスロット4は、いくつかのタイムスロットの後に伝送される。

【0012】さらに、GSM方式ではアップリンク周波数帯域とダウンリンク周波数帯域との間の45MHzの周波数分割デュプレックス（frequency division duplex: FDD）を利用することもできる。ここでは、移動局から送信されるGSMタイムスロット4は、受信用のGSMタイムスロット3がダウンリンク周波数帯域によって伝送された場合には、アップリンク周波数帯域を用いて伝送される。これに続く受信用のGSMタイムスロット5は、先に送信されたGSMタイムスロット3と同じアップリンク周波数帯域又はダウンリンク周波数帯域を用いて伝送されるが、低速周波数ホッピングに基づいて異なる周波数チャンネルを介して伝送される。この低速周波数ホッピング及びインターリーブにより、信号伝送の周波数特性及び干渉の特性が改善される。GSMシステムにおける、通常のインターリーブの深さは、8×8GSMタイムスロットに対応して、36.923msである。

#### 【0013】

【発明が解決しようとする課題】基地局と1又は複数の移動局との間で信号を伝送するとき、移動局の物理的な移動により、伝送信号の波形にマルチパス効果による歪みが生じることがある。移動局の移動によって、チャンネルの特性に変化が生じると、振幅と位相の両方が変化してしまう。したがって、送信された信号の同期検波を行うためには、信頼できるチャンネル推定（channel estimate）が必要となる。これは、送信側が既知のデータ、すなわちパイロットシンボルを一定間隔で送信し、対応する受信側で、パイロットシンボルから得られるチャンネル情報を補間し、受信データを復元するためのチャンネル推定式、又は伝達関数を求めることにより行われる。したがって、パイロットシンボルは、送信側と受信側の両方にとって既知のものでなくてはならない。

【0014】本発明は、OFDM/TDMA方式と互換性を有するGSM方式に基づいて信号を送信する送信方法及び送信装置、並びに信頼できるチャンネル推定を行う受信方法及び受信装置を提供することを目的とする。

#### 【0015】

【発明を解決するための手段】上述の課題を解決するために、本発明に係る送信方法は、直交周波数分割多重一時分割多元接続方式に基づいて信号を送信するものであ

り、送信される信号が示す情報に応じて任意の数の副搬送波を複数のチャンネルに割り当てるステップと、信号を送信するステップとを有し、複数の副搬送波を移動通信グローバル方式の周波数チャンネルに対応する周波数帯域に割り当て、生成される直交周波数分割多重一時分割多元接続方式のタイムスロットの整数倍を1又は整数個の移動通信グローバル方式のタイムスロットに一致させ、 $n$ を2以上の整数として、パイロットシンボルを（ $n-1$ ）個おきの副搬送波に割り当てることにより、所定数の移動通信グローバル方式の周波数チャンネルと、移動通信グローバル方式のフレーム内にグループ化された所定数の移動通信グローバル方式のタイムスロットとを有する移動通信グローバル方式との互換性を実現する。

【0016】また、本発明に係る送信装置は、直交周波数分割多重一時分割多元接続方式に基づいて信号を送信する送信装置であって、送信される信号が示す情報に応じて任意の数の副搬送波を複数のチャンネルに割り当てる割当手段と信号を送信する送信手段とを備え、割当手段は、複数の副搬送波を移動通信グローバル方式の周波数チャンネルに対応する周波数帯域に割り当て、生成される直交周波数分割多重一時分割多元接続方式のタイムスロットの整数倍を1又は整数個の移動通信グローバル方式のタイムスロットに一致させ、 $n$ を2以上の整数として、パイロットシンボルを（ $n-1$ ）個おきの副搬送波に割り当てることにより、所定数の移動通信グローバル方式の周波数チャンネルと、移動通信グローバル方式のフレーム内にグループ化された所定数の移動通信グローバル方式のタイムスロットとを有する移動通信グローバル方式との互換性を実現する。

【0017】本発明に係る送信装置は、OFDM/TDMA方式により、又はOFDM/TDMA方式に基づいて信号を送信する。このOFDM/TDMA方式は、標準的なGSM方式に対する互換性を有する。OFDM/TDMA方式における信号送信周波数帯域は、GSM方式における信号送信周波数帯域と同じであってもよく、異なってもよい。OFDM/TDMAシステムにおいては、各副搬送波は、GSM周波数チャンネルの周波数帯域、又はその整数倍の周波数帯域に一致又は対応する周波数帯域に割り当てられる。これにより、OFDM/TDMA方式に基づく信号を、GSM方式により送信又は受信することもできる。

【0018】本発明によれば、パイロットシンボルを各 $n$ 番目、すなわち（ $n-1$ ）個おきの副搬送波に割り当てることにより、チャンネル伝達関数を正確に算出することができ、したがって、受信側で正確かつ信頼度の高い信号補正を行うことができる。複数のOFDM/TDMAタイムスロットが1つのGSMタイムスロットに対応する場合、隣り合うOFDM/TDMAタイムスロット内のパイロットシンボルに対し周波数インターレース



処理を施す。これにより、受信側は、チャンネル伝達関数の周波数補間のみならず時間補間を実現することができ、受信したデータ信号を正確に補正することができる。

【0019】隣り合うOFDM/TDMAタイムスロット内のパイロットシンボルのインターレースは、1つのパイロットシンボルが隣り合うOFDM/TDMAタイムスロット内の2つのパイロットシンボルの中間の周波数帯域に対応する副搬送波に割り当てられるよう対称的に行ってもよい。これにより、受信側によるパイロットシンボルに基づくチャンネル伝達関数のエスティメートが最適に実行される。

【0020】本発明の好適な実施の形態においては、GSM周波数チャンネルの周波数帯域に対応して、48個の副搬送波が割り当てられ、2つのOFDM/TDMAタイムスロットが1つのGSMタイムスロットに対応し、 $n$ を6又は8とする。このパラメータを選択することにより、使用するパイロットシンボルの数を最適化することができる。

【0021】チャンネル伝達関数の推定のためにパイロットシンボルを用いることにより、本来送信すべきデータ信号以外の付加的なデータが送信信号に重畳することとなる。この観点においては、パイロットシンボルの数は、少ない方が望ましい。一方、受信信号に対する信号補正の信頼性を高めるためには、パイロット信号の数を増やした方がよい。このような相矛盾する2つの要求に基づいて、最適なパラメータを選択する。

【0022】例えば、信号の送受信を屋内環境で行う場合、例えばチャンネル減衰などのチャンネル伝達関数は、通常なだらかな曲線を描く。このような環境では、比較的少ないパイロットシンボルで有効なチャンネル推定を行うことができる。

【0023】一方、信号の送受信を屋外環境で行う場合、マルチパス効果及び移動局の高速な移動の影響により、例えばチャンネル減衰などのチャンネル伝達関数の変化は、大きくなる。したがって、有効なチャンネル推定を行うには、より多くのパイロットシンボルを用いる必要がある。

【0024】このように、各基地局において、信号送受信の環境に応じてパイロットシンボルの最適化を行うとともに、送信するパイロットシンボルの数又は間隔を適切に選択する。 $n$ を6又は8とする実施の形態は、チャンネル減衰が示す曲線が比較的なだらかなであり、移動局の移動速度が比較的遅い場合に特に有効である。

【0025】本発明に係る送信方法及び送信装置においては、GSM周波数チャンネルに対応する周波数帯域に割り当てられる副搬送波の数は、複数のOFDM/TDMAタイムスロットが1つのGSMタイムスロット又は例えば8個の複数のGSMタイムスロット(1GSMフレーム)にマッピングされるように選択される。

【0026】OFDM/TDMA方式においては、1又は複数の副搬送波を時間領域に変換することにより、OFDM/TDMAタイムバーストが生成される。本発明においては、1個のOFDM/TDMAタイムスロットは、基本的に1つのOFDM/TDMAタイムバーストを含んでいる。

【0027】OFDM/TDMAタイムスロットをGSMタイムスロットにマッピングすることにより、GSMシステムと同じインターリーブの深さを得ることができる。標準的なGSMタイムスロットのインターリーブの深さは、 $8 \times 8$  GSMタイムスロット、すなわち約36.923msである。

【0028】本発明の実施の形態においては、1又は複数の、例えば2個又は4個のOFDM/TDMAタイムスロットを1つのGSMタイムスロットにマッピングする。したがって、送信すべき情報ユニットは、標準的なGSM方式の情報ユニットに比べて小さくなる。これは、インターリーブの深さの観点から、次のような利点を有する。例えば、2つのOFDM/TDMAタイムスロットを1つのGSMタイムスロットにマッピングし、8個のOFDM/TDMAタイムスロットにより1フレーム(8TDMA)を構成し、インターリーブの深さをGSM方式と同様な8とすると、インターリーブ遅延は、18.461msとなり、これは、GSM方式におけるインターリーブ遅延である36.923msの半分に相当する。このように、本発明による信号送信においては、周波数及び干渉ダイバーシティに関するインターリーブによる遅延を短縮することができる。

【0029】また、16フレームの深さでインターリーブを行っても、このインターリーブにより生じる遅延は、GSMシステムにおけるインターリーブの遅延、すなわち36.923msと同等であり、かつ時間、周波数及び干渉ダイバーシティなどの信号伝送における諸問題についてより信頼性の高い送信を行うことができる。例えば、音声信号をリアルタイムに送信する場合、インターリーブ遅延は短い方が望ましい。そこで、音声信号の送信においては、インターリーブの深さを40ms以内とし、4~10msの短いタイムフレームが望ましい。一方、データ信号の送信においては、リアルタイムの送受信は重要ではないため、データ伝送の信頼性を高めるようにインターリーブの深さを設定すればよい。

【0030】本発明においては、望ましくは、 $8 \times 8$  GSMタイムスロットに対応するインターリーブ遅延を伴うように送信信号をインターリーブする。あるいは、インターリーブ遅延が $4 \times 8$  GSMタイムスロットに対応するように送信信号をインターリーブする。

【0031】さらに、本発明に係る送信方法では、副搬送波の割り当てにおいて、クロック信号を生成し、送信信号を変調して、クロック信号に基づいて副搬送波を生成し、副搬送波を時間領域のバーストに変換し、この各

バーストにガードタイムと、ランブタイムと、調節ガードタイムを加えてOFDM/TDMAタイムスロットを生成する。

【0032】これに対応して、本発明に係る送信装置が備える割当手段は、クロック信号を生成するクロック生成手段と、送信信号を変調し、クロック信号に基づいて副搬送波を生成する変調手段と、副搬送波を時間領域のバーストに変換する変換手段と、この各バーストにガードタイムと、ランブタイムと、調節ガードタイムを加えてOFDM/TDMAタイムスロットを生成するタイムスロット生成手段とを備える。

【0033】GSM周波数チャンネルの周波数帯域に割り当てられる副搬送波の数は、生成されるOFDM/TDMAタイムスロットが1又は複数のGSMタイムスロットに適合するように選択される。本発明の実施の形態においては、OFDM/TDMAタイムスロットは、GSM方式に互換性を有するように生成され、送信される。複数のOFDM/TDMA副搬送波は、標準的なGSM信号伝送周波数帯域内の1又は複数のGSM周波数チャンネルに割り当てられる。なお、本発明は、上述の実施の形態に限定されず、OFDM/TDMA信号伝送周波数帯域は、GSM信号伝送周波数帯域とは異なってもよい。この場合、OFDM/TDMA周波数チャンネルは、GSM周波数チャンネルとはことなる。ただし、この場合も、OFDM/TDMAシステムにおける副搬送波の周波数帯域は、GSM周波数チャンネルの帯域、又は帯域の倍数に一致若しくは対応するように割り当てられる。これにより、OFDM/TDMA方式とGSM方式の互換性が実現する。

#### 【0034】

【発明の実施の形態】本発明では、直交周波数分割多重(orthogonal frequency division multiplexing:以下、OFDMという。)一時分割多元接続方式(time division multiple access system:以下、TDMAという)に基づく複数の副搬送波を各GSMのチャンネルに割り当て、複数のOFDM/TDMAタイムスロットにより、1又は複数のGSMタイムスロットを構成する。隣接するタイムスロット間の間隔は、200kHzであり、GSMタイムスロットの長さは15/26msである。本発明では、1つのGSMチャンネルを複数の副搬送波に分割する。副搬送波の数は、生成される複数のOFDM/TDMAタイムスロットが1又は複数のGSMタイムスロットを構成するように決定される。1つの副搬送波を周波数領域から時間領域に変換することにより、OFDM/TDMAタイムバーストが得られ、OFDM/TDMAタイムバーストは、生成されるOFDM/TDMAタイムバーストの大部分を占める。

【0035】OFDM/TDMAタイムスロットの基本構造を図1に示す。OFDM/TDMAタイムスロットは、OFDM/TDMAタイムバーストを含み、OFD

M/TDMAタイムバースト $T_{OFDM}$ の長さは、有効変調期間に対応し、副搬送波間隔、又は1/副搬送波間隔に基づいて決定される。したがって、副搬送波の間隔は、200kHzの1つのGSM周波数チャンネルに割り当てられる副搬送波の数によって決定される。OFDM/TDMAタイムバースト $T_{OFDM}$ に先行して、ガードタイム $T_G$ を設けている。

【0036】OFDM/TDMAの構造の詳細を図2示す。OFDM/TDMAタイムスロット間隔は、変調期間に対応し、 $a \mu s$ の期間を有する。副搬送波を時間領域に変換して生成したOFDM/TDMAタイムバーストには、プレガードタイム及びポストガードタイムよりなるガードタイムが追加される。

【0037】OFDM/TDMAタイムバーストは、有効変調期間に対応し、 $b \mu s$ の期間を有する。OFDM/TDMAタイムバーストの先行するプレガードタイムは、 $c \mu s$ の期間を有し、OFDM/TDMAタイムバーストに続くポストガードタイムは、 $e \mu s$ の期間を有する。

【0038】この時間領域信号は、偽放射を減ずるために、送信前にシェーピングされる。したがって、この時間領域信号の傾斜波(ランブ)は、図2に示すように、二乗余弦関数を用いてシェーピングされる。図2に示すように、OFDM/TDMAタイムスロットに先行するランブタイム及びOFDM/TDMAタイムスロットに後続するランブタイムは、それぞれ $d \mu s$ の期間を有し、それぞれプレガードタイム及びポストガードタイムに部分的に重なる。OFDM/TDMAタイムスロットの開始前には、ランブタイムに先行してプレアイドルタイムが設けられ、OFDM/TDMAタイムスロットの終了後には、ランブタイムに続いてポストアイドルタイムが設けられる。プレアイドルタイム及びポストアイドルタイムは、 $f \mu s$ の期間を有する。

【0039】このように、OFDM/TDMAタイムスロットは、有効変調期間であるOFDM/TDMA、プレガードタイム及びポストガードタイムよりなるガードタイム、ランブタイム、プレアイドルタイム並びに、ポストアイドルタイムから構成される。

【0040】OFDM/TDMAタイムバースト期間 $b$ は、 $f_{scs}$ をヘルツを単位とした副搬送波の間隔として、 $b = 1/f_{scs}$ に基づいて求められる。本発明においては、1つのOFDM/TDMAタイムスロットは、例えば、GSMタイムスロットの1倍、1/2倍、1/3倍又は1/4倍に対応させる。

【0041】本発明を適用した送信装置のブロック図を図3に示す。送信すべき信号は、入力端子6を介して、チャンネル符号化器7に供給される。符号化された信号は、インターリーブ器8に供給され、例えば $8 \times 8$  OFDM/TDMAフレーム又は $16 \times 8$  OFDM/TDMAフレームといった所定の深さでインターリーブされ

る。インターリーブされた信号は、切換器 9 b に供給される。

【0042】パイロットシンボル生成器 9 c は、パイロットシンボルを生成し、このパイロットシンボルは、切換器 9 b において、インターリーブ器 8 から供給された信号のデータ列に挿入される。さらにこの信号は、変調器 9 a に供給され、変調器 9 a は、この信号に OFDM 処理を施し、所定の数の副搬送波を生成する。

【0043】なお、切換器 9 b は、送信される信号を変調して搬送する複数の副搬送波に対し、各 GSM 周波数チャンネルにとって既知のパイロットシンボルを各  $n$  番目、すなわち  $(n-1)$  個おきの副搬送波に挿入し、変調処理を施す。この送信装置の切換器 9 b の動作については、図 9 を用いて後にさらに詳細に説明する。

【0044】上述のようにして生成された副搬送波は、逆離散フーリエ変換器又は逆高速フーリエ変換器 10 により、時間領域に変換され、タイムスロット生成器 11 に供給される。タイムスロット生成器 11 は、時間領域のバーストに、ガードタイム  $T_g$  を加えるとともに、例えば二乗余弦関数を用いて時間バーストをシェーピングする。

【0045】OFDM/TDMA タイムスロットは、さらに D/A 変換器 12 に供給され、D/A 変換器 12 は、OFDM/TDMA タイムスロットをデジタル信号からアナログ信号に変換して、変換した信号を RF アップコンバータ 13 に供給する。RF アップコンバータ 13 は、変換した信号をアップコンバートする。アップコンバートされた信号は、アンテナ 15 を介して送信される。

【0046】図 3 に示すクロック生成器 14 は、クロック信号を生成し、このクロック信号をインターリーブ器 8、変調器 9 a、切換器 9 b、逆離散/高速フーリエ変換器 10 及びタイムスロット生成器 11 に供給する。なお、クロック生成器 14 内に、クロック切換器を設け、送信システムに応じてクロック信号を切り替えるようにしてもよい。例えば、クロック切換器によってクロック生成器 14 を切り替えて、変調手段 9 a に様々なクロック信号を供給することにより、様々な数の副搬送波を生成することができる。

【0047】本発明を適用した受信装置のブロック図を図 4 示す。アンテナ 15 は、送信信号を受信してこの信号を RF ダウンコンバータ 16 に供給する。RF ダウンコンバータ 16 は、この信号をダウンコンバートし、ダウンコンバートした信号を A/D 変換器 17 に供給する。A/D 変換器 17 は、この信号をアナログフォーマットからデジタルフォーマットに変換し、変換した信号を離散/高速フーリエ変換器 19 に供給する。離散/高速フーリエ変換器 19 は、供給された信号を周波数領域に変換する。この離散/高速フーリエ変換器 19 は、時間同期器 18 a 及び周波数同期器 18 b によ

て、所定の時間及び周波数に同期される。離散/高速フーリエ変換器 19 から出力される周波数領域信号は、副搬送波をデータ信号、シグナリング信号、パイロットシンボル等で変調したものであり、この信号は、復調手段 20 a により復調される。この復調の結果得られた信号のうち、パイロットシンボルは、エスティメータ 20 b に供給され、これによりエスティメータ 20 b は、対応する送信装置の切換器 9 b 及びパイロットシンボル生成器 9 c に対応するよう設定される。すなわち、本発明を適用した伝送システムにおいては、受信装置及び送信装置は、それぞれ既知のパイロットシンボル及び各 GSM チャンネルの副搬送波のパイロットシンボル変調レートに基づいて作動する。例えば、無線通信システムにおいて、送信装置が移動局において用いられ、受信装置が基地局において用いられている場合、移動局と基地局は、それぞれパイロットシンボルに関する情報を予め有しており、また、どの副搬送波にパイロット信号が含まれているかに関する情報を有している。

【0048】受信装置のエスティメータ 20 b は、受信したパイロットシンボルと、例えばメモリに記録された既知のパイロットシンボルとを比較し、これにより、例えばチャンネルの減衰等のチャンネル伝送関数を推定し、さらに時間及び/又は周波数を補完するチャンネル伝送関数を生成する。等化器 20 c は、上述のようにして得られたチャンネル伝送関数を用いて、送信されてきたデータ列に対して等化処理を施す。このようにして、送信されたデータをこれにより、送信されてきたデータを妥当且つ正確に等化することができる。この処理の詳細については、図 10 及び図 11 を用いて後に詳細に説明する。

【0049】等化処理が施された信号は、デインターリーブ器 21 に供給され、デインターリーブ器 21 は、この信号をデインターリーブし、デインターリーブした信号をチャンネル復号器 22 に供給する。チャンネル復号器 22 は、信号に対してチャンネルデコード処理を施す。必要に応じて、チャンネル復号器 22 にさらなる処理を行わせてもよい。クロック生成手段 52 は、時間同期器 18 a、周波数同期器 18 b、離散フーリエ変換器 19、復調器 20 a、エスティメータ 20 b、等化器 20 c 及び、デインターリーブ器 21 に必要なクロック信号を供給する。

【0050】ここで、GSM 方式と OFDM/TDMA 方式との互換性を成立させるために、1 又は複数の GSM タイムスロットにマッピングされる副搬送波の数と、OFDM/TDMA タイムスロットの数の最適な組み合わせの例を示す。この例においては、互換性の基礎となる周波数スロットには、GSM 方式のチャンネルの周波数帯域幅に対応する 200 kHz の周波数帯域を用いる。副搬送波の数は、OFDM/TDMA 方式が、GSM タイムスロット構造又は GSM フレーム構造に対して

逆互換性を有するように選択される。すなわち、複数のGSMタイムスロット又は1つのGSMフレームは、副搬送波の数に基づいて、複数の適切なOFDM/TDMAタイムスロットに再分割される。本発明においては、クロスインターリーブを用いて時間-周波数ダイバーシティを強調することができ、また、GSMシステムに対する逆互換性を実現できる。さらに、音声信号などの現実的な遅延や、データ信号の伝送などにおける避けることのできない緩やかなインターリーブ遅延などを考慮に入れることができる。チャンネルの割り当て（周波数帯域）及び時間構造（タイムスロット又はGSMフレーム）についてGSMシステムに対する逆互換性を有するOFDM/TDMAシステムの好適な実施の形態を以下に示す。

【0051】以下の実施例においては、1乃至4個のOFDM/TDMAタイムスロットを1つのGSMタイムスロットにマッピングする。この実施の形態においては、望ましくは、プレガードタイム及びポストガードタイムを設けるが、プレガードタイム及びポストガードタイムを設けなくてもよい。

【0052】第1の実施例においては、副搬送波の数は48であり、隣接するスロット間の干渉を防ぐために、スロット間に変調処理を施さない副搬送波を設ける。副搬送波の間隔は、 $200\text{ kHz} / 48 = 4.166\text{ kHz}$ であり、したがってOFDM/TDMAタイムバースト $T_{\text{OFDM}}$ は、 $48 / 200\text{ kHz} = 240\text{ }\mu\text{s}$ である。この場合、シンボルは、 $240\text{ }\mu\text{s}$ の期間を有し、GSMのシンボルの有する期間（ $\mu\text{s}$ ）と比較して非常に長くなるため、無線周波数チャンネルの遅延によるシンボル間の干渉を回避できるという利点を有する。

【0053】第1の実施例においては、プレガードタイム及びポストガードタイムよりなるガードタイムを $30\text{ }\mu\text{s}$ に設定している。なお、ガードタイムの長さは、予期されるチャンネル遅延プロファイル（マルチパス環境）に応じて設定する。ランブタイムは、 $10\text{ }\mu\text{s}$ から $20\text{ }\mu\text{s}$ に設定し、したがって、OFDM/TDMAタイムスロット全体の長さは $T_s$ は、 $280\text{ }\mu\text{s}$ から $290\text{ }\mu\text{s}$ である。この期間は、GSMタイムスロットの期間である $576.923\text{ }\mu\text{s}$ の $1/2$ に適合する。したがって、第1の実施例においては、2つのOFDM/TDMAタイムスロットを1つのGSMタイムスロットにマッピングし、必要に応じてガード調整時間を設ける。

【0054】第1の実施例では、基本クロックを $240\text{ }\mu\text{s} / 64 = 3.75\text{ }\mu\text{s}$ に設定する。また、プレガードタイムを6サンプル分である $22.5\text{ }\mu\text{s}$ とし、ポストガードタイムを2サンプル分である $7.5\text{ }\mu\text{s}$ とし、これによりガードタイムの合計を $30\text{ }\mu\text{s}$ とする。また、ランブタイムを4サンプル分である $15.0\text{ }\mu\text{s}$ とする。これにより、合計シンボルタイムは、 $(240\text{ }\mu\text{s} / 64) * (64 + 6 + 2 + 4) = 285\text{ }\mu\text{s}$ とな

る。

【0055】第1の実施例においては、OFDM/TDMAフレーム長、すなわち8個のOFDM/TDMAタイムスロット $T_s$ の長さである $2.3077\text{ ms}$ に基づいてインターリーブを行う。好ましいインターリーブの深さは、 $8 \times 8\text{ OFDM/TDMA}$ フレーム（インターリーブによる遅延 $18.461\text{ ms}$ ）又は、 $16 \times 8\text{ OFDM/TDMA}$ フレーム（インターリーブによる遅延 $36.923\text{ ms}$ ）である。また、インターリーブの深さを $12 \times 8\text{ OFDM/TDMA}$ フレームとしてもよい。この場合、インターリーブによる遅延は、 $27.692\text{ ms}$ となる。したがって、インターリーブの深さを $8 \times 8\text{ OFDM/TDMA}$ フレームに設定することにより、標準的なGSM方式において用いられているものと同一の設計及び性能を有するインターリーブを用いて、データ伝送を行うことができる。一方、インターリーブの深さを $16 \times 8\text{ OFDM/TDMA}$ フレームに設定すると、標準的なGSM方式で用いられるのと同じインターリーブ遅延を有するとともに、データ伝送におけるインターリーブ利得などの性能を向上させることができる。

【0056】第2の実施例においては、副搬送波の数を32に設定し、隣接する周波数スロット間の干渉を防ぐために、1又は複数の変調処理を施さない副搬送波を周波数スロットの境界に設ける。副搬送波の間隔は、 $200\text{ kHz} / 32 = 6.25\text{ kHz}$ とし、したがって、タイムバーストの長さを $1 / 6.25\text{ kHz} = 160\text{ }\mu\text{s}$ とする。また、プレガードタイム及びポストガードタイムの合計を $20\text{ }\mu\text{s}$ とし、ランブタイムを $10.0\text{ }\mu\text{s}$ とする。これによりOFDM/TDMAタイムスロットの全長は、 $190\text{ }\mu\text{s}$ となる。また、1つのGSMタイムスロット $T_s$ に、3個のOFDM/TDMAタイムスロット $T_s$ を適切なタイムガードとともにマッピングする。言い換えれば、1つのOFDM/TDMAタイムスロット $T_s$ は、GSMタイムスロットの $3/1$ に相当する区間にマッピングされる。

【0057】第2の実施例においては、基本クロックを $160\text{ }\mu\text{s} / 32 = 5\text{ }\mu\text{s}$ に設定する。また、プレガードタイムを3サンプル分の $15.0\text{ }\mu\text{s}$ とし、ポストガードタイムを1サンプル分とし、これによりガードタイムの合計を合計 $20\text{ }\mu\text{s}$ とする。さらに、ランブタイムを2サンプル分の $10.0\text{ }\mu\text{s}$ に設定する。したがって、シンボルタイムの合計は、 $(160\text{ }\mu\text{s} / 32) * (32 + 3 + 1 + 2) = 190\text{ }\mu\text{s}$ となる。

【0058】第2の実施例では、6個のOFDM/TDMAタイムスロットから構成される1つのOFDM/TDMAフレームを2つのGSMタイムスロットにマッピングする。また、インターリーブの深さを $4 \times 4\text{ OFDM/TDMA}$ フレーム（総遅延時間 $18.461\text{ ms}$ ）又は $8 \times 4\text{ OFDM/TDMA}$ フレーム（総遅延時間 $3$

6.923ms)とする。あるいは、インターリーブの深さを $6 \times 4$  OFDM/TDMAフレーム(総遅延時間27.692ms)に設定してもよい。

【0059】第3の実施例では、副搬送波の数を24とし、隣接するスロット間の干渉を防ぐために、境界に変調処理を施さない副搬送波を設ける。また、副搬送波の長さを $200\text{kHz}/24=8.33\text{kHz}$ とし、これによりOFDM/TDMAバーストの長さは、 $1/8.33\text{kHz}=120\mu\text{s}$ となる。さらに、プレガードタイム及びポストガードタイムの合計を $15\mu\text{s}$ とし、ランブタイムを $9\mu\text{s}$ とする。したがって、OFDM/TDMAタイムスロットの長さは、 $144\mu\text{s}$ となる。さらに、1つのGSMタイムスロットに、4個のOFDM/TDMAをタイムガードとともにマッピングする。言い換えれば1つのOFDM/TDMAタイムスロットT<sub>s</sub>は、 $1/4$  GSMタイムスロットにマッピングされる。第3の実施例は、チャンネル環境を高速に変化させることができるという利点を有する。

【0060】第3の実施例においては、基本クロックを $120\mu\text{s}/32=3.75\mu\text{s}$ に設定する。より詳しくは、プレガードタイムを3サンプル分の $11.25\mu\text{s}$ とし、ポストガードタイムを1サンプル分の $3.75\mu\text{s}$ とし、これによりガードタイムの合計を $15\mu\text{s}$ とする。また、ランブタイムを2サンプル分の $7.5\mu\text{s}$ とする。したがって、シンボルタイムは、 $(120\mu\text{s}/32) \times (32+3+1+2)=142.5\mu\text{s}$ となる。

【0061】第3の実施例においては、4個のOFDM/TDMAタイムスロットをマッピングした1個のGSMタイムスロットと1個のOFDM/TDMAフレームとを対応させ、これに基づいてインターリーブを行う。ここで、インターリーブの深さは、好ましくは、 $4 \times 4$  OFDM/TDMAフレーム(総インターリーブ遅延18.461ms)又は、 $8 \times 4$  OFDM/TDMAフレーム(総インターリーブ遅延36.923ms)とする。あるいは、インターリーブの深さを、 $6 \times 4$  OFDM/TDMAフレーム(総インターリーブ遅延27.692ms)としてもよい。

【0062】第4の実施例では、副搬送波の数を104とし、スロット間の干渉を防ぐために、変調処理を施さない1又は複数の副搬送波をスロット間の境界に設ける。副搬送波の間隔は、 $200\text{kHz}/104=1.923\text{kHz}$ であり、これにより、OFDM/TDMAタイムバーストは、 $1/1.923\text{kHz}=520\mu\text{s}$ となる。また、プレガードタイム及びポストガードタイムの合計を $25\mu\text{s}$ とし、ランブタイムを $15\mu\text{s}$ とする。したがって、OFDM/TDMAタイムスロットの長さは、 $560\mu\text{s}$ となる。1つのOFDM/TDMAタイムスロットは、 $17\mu\text{s}$ の調整ガードとともに、1つのGSMタイムスロットにマッピングされるが、この

ときOFDM/TDMAタイムスロットとGSMタイムスロットにマッピングされる。

【0063】第4の実施例においては、基本クロックを $520\mu\text{s}/128=4.0625\mu\text{s}$ に設定する。より詳しくは、プレガードタイムを5サンプル分の $20.3125\mu\text{s}$ とし、ポストガードタイムとして2サンプル分の $8.125\mu\text{s}$ とし、これによりガードタイムの合計を $28.4375\mu\text{s}$ とする。さらに、ランブタイムを3サンプル分の $12.1875\mu\text{s}$ に設定する。これにより、シンボルタイムの長さは、 $(520\mu\text{s}/128) \times (128+5+2+3)=560.625\mu\text{s}$ となる。なお、インターリーブの深さは、GSM方式と同じ8 TDMAにつき8フレームとする。

【0064】上述したすべての実施例においては、様々な値をとるデータレートに応じて、インターリーブに関するパラメータを動的に変更することができる。例えば、データ伝送、特に画像データや映像データの伝送等のように、遅延がそれほど大きく問題とならないアプリケーションにおいては、時間及び周波数ダイバーシティ効果を改善するように、上述のインターリーブの設定を大きく変更してもよい。しかしながら、GSM方式に対する逆互換性を確保するためには、1 GSMフレーム当たりのGSMタイムスロットを、2個、4個又は8個のいずれかとすることが望ましい。

【0065】本発明においては、上述のような互換性の実現により、OFDM/TDMA方式とGSM方式とを最小限の調節で変換することができる。さらに、GSM方式からOFDM/TDMA方式への変換及びその逆方向の変換を容易に行うことができる。これら2つの方式間で行う補間について、以下、図5及び図6を参照して説明する。

【0066】図5は、8個のOFDM/TDMAタイムスロットよりなる1つの基本的なOFDM/TDMAフレームを $1/2$  GSMタイムスロットにマッピングし、すなわち16個のOFDM/TDMAタイムスロットを8個のGSMタイムスロットにマッピングした例を示す。言い換えれば、2個のOFDM/TDMAタイムスロットを1個のGSMタイムスロットにマッピングしている。図5に示す例では、8個のOFDM/TDMAタイムスロットを含む1個のOFDM/TDMAフレームの長さは、 $2.308\text{ms}$ である。OFDM/TDMAタイムスロット24は、受信データ用のタイムスロットであり、OFDM/TDMAタイムスロット25は、送信データ用のタイムスロットであり、OFDM/TDMAタイムスロット26は、次のサブフレームにおける受信データに対応するタイムスロットである。2つのOFDM/TDMAタイムスロット25、26間で、低速周波数ホッピングを行う。サブフレームの1フレーム長を $2.308\text{ms}$ とすると、16フレームは、 $36.923\text{ms}$ となる。この値は、本発明を適用したシステムに

おけるインターリーブ器にとって重要である。インターリーブ器は、データを16個のサブフレームに分散し、これにより総インターリーブ遅延を36.92msに抑えたまま、時間、周波数、及び干渉のダイバーシティにより伝送エラーに強いシステムを提供できる。上述の通り、音声信号の伝送等では、リアルタイムの応答が必要であるため、インターリーブ遅延を短くする必要がある。16 OFDM/TDMAフレームのインターリーブの深さは、36.923msの長さを有する8×8 GSMフレームのインターリーブの深さに正確に一致する。

【0067】前述したパラメータを用いることにより、OFDM/TDMA方式は、既存のGSM方式と共存でき、タイムスロット、周波数及びインターリーブに関する逆互換性を実現できる。さらに、これら2つの方式は、共通の周波数帯域が割り当てられた1つの共通システム内に同時に実現することができる。本発明の利点の1つは、複数のタイムスロット及び/又は複数の周波数スロットを1ユーザに割り当てることによって、データレートを高めることができる点にある。図6に、OFDM/TDMA方式とGSM方式に共通な時間/周波数グリッドを示す。図6においては、時間/周波数スロットを3つのOFDM/TDMAユーザと1つのGSMユーザに割り当てている。OFDM/TDMAユーザは、図5を用いて説明した、1/2 GSMタイムスロットにマッピングされる1つのOFDM/TDMAタイムスロットを用いる。第1及び第2のOFDM/TDMAユーザは、200kHzのGSM周波数チャンネルにおける通常のデータ伝送レートを用いてデータを伝送している。一方、第3のOFDM/TDMAユーザは、4つのGSM周波数チャンネルを用いて、高いデータ伝送レートによりデータを伝送している。

【0068】GSMユーザは、受信GSMタイムスロット27、送信用のGSMタイムスロット28、受信用のGSMタイムスロット29及び送信用のGSMタイムスロット30を用いる。送信用のGSMタイムスロット28と受信用のGSMタイムスロット29との間では、低速周波数ホッピングが行われ、また、GSMタイムスロット28とGSMタイムスロット29との間で、TDM A処理が行われる。

【0069】通常のデータ伝送レートによりデータを伝送する第1のOFDM/TDMAユーザは、受信用のOFDM/TDMAタイムスロット38と、送信用のOFDM/TDMAタイムスロット39と、受信用のOFDM/TDMAタイムスロット40と、送信用のOFDM/TDMAタイムスロット41と、受信用のOFDM/TDMAタイムスロット42と、送信用のOFDM/TDMAタイムスロット43と、受信用のOFDM/TDMAタイムスロット44とを用いる。各受信用のOFDM/TDMAタイムスロットと、それぞれに対応する送信用のOFDM/TDMAタイムスロットとの間に

は、TDMA処理が行われる。また、各送信用のOFDM/TDMAタイムスロットと、それに続く受信用のOFDM/TDMAタイムスロットとの間には、低速周波数ホッピングが行われる。

【0070】同様に、第2のユーザは、受信用のOFDM/TDMAタイムスロット45と、送信用のOFDM/TDMAタイムスロット46と、受信用のOFDM/TDMAタイムスロット47と、送信用のOFDM/TDMAタイムスロット48と、受信用のOFDM/TDMAタイムスロット49と、送信用のOFDM/TDMAタイムスロット50と、受信用のOFDM/TDMAタイムスロット51を用いる。

【0071】高いデータ伝送レートによりデータを伝送する第3のユーザは、受信用のOFDM/TDMAタイムスロット31と、送信用のOFDM/TDMAタイムスロット32と、受信用のOFDM/TDMAタイムスロット33と、送信用のOFDM/TDMAタイムスロット34と、受信用のOFDM/TDMAタイムスロット35と、送信用のOFDM/TDMAタイムスロット36と、受信用のOFDM/TDMAタイムスロット37とを用いる。第3のOFDM/TDMAユーザに関しても同様に、各受信用のOFDM/TDMAタイムスロットとそれに対応する送信用のOFDM/TDMAタイムスロットとの間には、TDMA処理が施され、各送信用のOFDM/TDMAタイムスロットとそれぞれに続く受信用のOFDM/TDMAタイムスロットとの間には低速周波数ホッピングが行われる。

【0072】図7に、送信装置及び/又は受信装置に設けられるクロック生成器52を示す。このクロック生成器52は、本発明を適用したGSMシステム及びOFDM/TDMAシステムの両方に対して必要なクロックを生成し供給する。クロック生成器52は、GSM方式において一般的なレファレンスクロックとして用いられている26MHzのクロックに基づいて動作する。クロック生成器52は、26MHzのクロックを生成する発振器53を備える。さらに、クロック生成器52は、複数の除算器及び/又は乗算器54〜70を備える。これら除算器及び/又は乗算器54〜70は、実際のOFDM/TDMAシステムに応じて、選択的に使用される。図7においては、前述したすべての実施例に用いるクロックを生成するために必要なすべての除算器及び乗算器を示したが、各実施例において不必要な部分は、省略することができる。

【0073】発振器53から出力されたクロック信号は、除算器54において65で除算され、さらに、除算器55、56において2で除算される。これにより、GSM方式及びOFDM/TDMA方式において用いる200kHzのクロックが生成される。OFDM/TDMAシステムにおいては、3個のOFDM/TDMAタイムスロットを1個のGSMタイムスロットにマッピング

するときに、200kHzのクロックを基本クロックとして用いる。GSM方式においては、200kHzのクロックは、搬送波及びシンセサイザの参照クロックである。

【0074】また、除算器54から出力される26MHzのクロック信号は、乗算器57において2で乗算され、さらに、除算器58において3で除算される。これにより、266kHzのクロック信号が生成される。このクロック信号は、OFDM/TDMA方式において、1個のOFDM/TDMAタイムスロットを1個のGSMタイムスロットにマッピングする場合、及び4個のOFDM/TDMAタイムスロットを1個のGSMタイムスロットにマッピングする場合の基本クロックとなる。

【0075】乗算器57から出力されるクロック信号は、さらに乗算器59において4で乗算され、続いて除算器60によって13で除算される。これにより、246.154kHzのクロック信号が生成される。このクロック信号は、OFDM/TDMA方式において、1個のOFDM/TDMAタイムスロットを1個のGSMタイムスロットにマッピングする場合の基本クロックとなる。

【0076】また、発振器53から出力される26MHzのクロック信号は、除算器61において2で除算され、さらに除算器62において48で除算される。これにより、270.83kHzのクロックが生成される。このクロックは、GSM方式におけるビットクロックとして用いられる。

【0077】除算器61から出力されるクロック信号は、さらに除算器63において625で除算され、続いて除算器64において4で除算される。これにより、5.20kHzのクロック信号が生成される。このクロック信号は、OFDM/TDMA方式において、3個のOFDM/TDMAタイムスロットを1個のGSMタイムスロットにマッピングする場合に用いられる。

【0078】さらに、除算器63から出力されるクロック信号は、除算器65において3で除算され、これにより6.933kHzのクロック信号が生成される。このクロック信号は、OFDM/TDMA方式において、4個のOFDM/TDMAタイムスロットを1個のGSMタイムスロットにマッピングする場合に用いられる。さらに、除算器65から出力されるクロック信号は、除算器66において2で除算され、これにより3.466kHzのクロック信号が生成される。このクロック信号は、OFDM/TDMA方式において、2個のOFDM/TDMAタイムスロットを1個のGSMタイムスロットにマッピングする場合に用いられる。さらに、除算器66から出力されるクロック信号は、除算器67において2で除算され、これにより1.733kHzのクロック信号が生成される。このクロック信号は、OFDM/TDMA方式において、1個のOFDM/TDMAタイ

ムスロットを1個のGSMタイムスロットにマッピングする場合に用いられる。また、1.733kHzのクロック信号は、GSM方式におけるGSMタイムスロットにおいても用いられる。

【0079】さらに、除算器67から出力されるクロック信号は、除算器68において2で除算され、これにより866.66Hzのクロック信号が生成される。このクロック信号は、OFDM/TDMA方式におけるフレームクロックであり、ここでは、オペレーションモードが、1.1538msの期間を有するフレームに基づいたものとなる。1.1538msの期間は、GSMフレーム長の1/4に正確に一致する。

【0080】さらに、除算器68から出力されるクロック信号は、除算器69において2で除算され、これにより433.33Hzのクロック信号が生成される。このクロック信号は、OFDM/TDMA方式におけるフレームクロックであり、ここでは、オペレーションモードが、2.3077msの期間を有するフレームに基づいたものとなる。2.3077msの期間は、GSMフレーム長の1/2に正確に一致する。

【0081】さらに、除算器69から出力されるクロック信号は、除算器70において2で除算され、これにより216.66Hzのクロック信号が生成される。このクロック信号は、OFDM/TDMA方式におけるフレームクロックであり、ここでは、オペレーションモードが、4.6154msの期間を有するフレームに基づいたものとなる。4.6154msの期間は、GSMフレーム長に等しい。また、この216.66Hzのクロック信号は、GSM方式におけるフレームクロックとしても用いられる。

【0082】このように、乗算器及び除算器を用いて、必要なOFDM/TDMAタイムスロット及びOFDM/TDMAタイムバーストを生成するために必要なクロック信号を容易に生成することができる。前述の実施例において説明したOFDM/TDMAシステムのうちの一部分のみを使用する場合は、図7に示すクロック生成構造のうちの使用しない部分を省略することができる。搬送波の番号、搬送波の間隔、GSMタイムスロットへのマッピング、FFT分解能などのすべてのパラメータは、GSMとの互換性から容易に特定することができ、かつ共通のGSMクロック発信器を用いて容易に実現することができる。

【0083】本発明では、OFDM/TDMA方式に基づいてバースト、すなわち時間領域スロットの割り当て及び周波数スロットの割り当てを行う。本発明によれば、既存のGSM方式によるバースト/周波数構造に対する逆互換性を実現することができる。OFDM/TDMAシステム方式における各パラメータは、各移動体通信環境において定められている様々な周波数帯域内から選択される。

【0084】図8は、パイロットシンボルの割り当てを説明する図である。図8(a)は、OFDM/TDMAチャンネル $U_0$ を示す。OFDM/TDMAチャンネル $U_0$ は、6つのGSM周波数チャンネルからなる。上述のように、OFDM/TDMAシステムにおける送信周波数帯域は、GSM送信周波数帯域と異なってもよく、この場合、副搬送波は、GSM周波数チャンネルの周波数帯域に対応して割り当てられる。なお、この例においては、OFDM/TDMAチャンネルは、GSM周波数チャンネルに割り当てられている。GSM周波数チャンネルの帯域幅は200kHzであるため、OFDM/TDMAチャンネル $U_0$ の帯域幅は1.2MHzとなる。図8に示す例は、上述した第1の実施例に対応するものであり、1つのGSM周波数チャンネルに割り当てられる副搬送波の合計は、48であり、2つのOFDM/TDMAタイムスロット100、102が1つのGSMタイムスロットにマッピングされている。このGSMタイムスロットの長さは、5676.9μsである。

【0085】図8(b)は、200kHzの帯域幅を有するGSM周波数チャンネルに割り当てられた副搬送波1を詳細に示す図である。図を簡略化するために、図8(b)では、48個の副搬送波のうちの半分、すなわち、24個の副搬送波を示している。48個の副搬送波の1つのGSM周波数チャンネルへの割り当ては、図8(b)に示すように、1つのGSMタイムスロットに2つのOFDM/TDMAタイムスロット101、102をマッピングすることによりなされる。OFDM/TDMAタイムスロット101は、図8の(b)及び(c)のそれぞれ左側の欄に示され、OFDM/TDMAタイムスロット102は、図8(b)及び図8(c)のそれぞれ右側の欄に示されている。

【0086】図8(b)に示すように、パイロットシンボル100、100'は、各6番目の、すなわち、5つおきの搬送波1に割り当てられている。これにより、パイロットシンボル100とともに変調されている第1のOFDM/TDMAタイムスロット101の副搬送波1と、パイロットシンボル100'とともに変調されている第2のOFDM/TDMAタイムスロット102の副搬送波1とがインターレースされ、この結果第2のタイムスロット102のパイロットシンボル100'は、第1のタイムスロット101のパイロットシンボル100のそれぞれの中間値となる周波数帯域を有することとなる。

【0087】図8(c)に示す例においても、同様の処理が行われる。図8(c)に示す例においては、パイロットシンボル103、103'は、複数の副搬送波中、各8番目、すなわち7つおきの副搬送波に割り当てられている。なお、図8(b)及び図8(b)において、パイロットシンボルにより変調されていない副搬送波1は、データ信号により変調されている。図8(b)に示

す例では、パイロットシンボルの密度は、1/6すなわち16.6%であり、図8(c)に示す例では、パイロットシンボルの密度は、1/8すなわち、12.5%である。

【0088】なお、前述した第2、第3及び第4の実施例においては、1つのGSMタイムスロット内の副搬送波の数は、図8に示すものとは異なる。さらに、1つのGSMタイムスロットは、1、3又は4つのOFDM/TDMAから構成される。3又は4つのOFDM/TDMAタイムスロットが1つのGSMタイムスロットを構成する場合、図8に示すインターレースの手法をGSMタイムスロットの構成に応じて変形して適用すればよい。

【0089】図9は、図3に示す送信装置の一部を示す図である。インターリーブ器8は、切換器9bを介して、例えばデータ信号 $d_0, d_1, d_2, \dots$ を変調器9aに供給する。切換器9bは、例えばメモリ装置を有するパイロットシンボル生成器9cが生成したパイロットシンボル $p_0, p_1, p_2, \dots$ をデータ信号に、所定の間隔で挿入(インターポーズ)する。これにより、次段の変調器9aにおいて、各n番目の副搬送波、すなわち(n-1)個おきの搬送波にパイロットシンボルが割り当てられるとともに、このデータ信号とパイロットシンボルを含む信号が変調される。図9に示す例では、パイロットシンボルは、変調手段に生成される各6番目の副搬送波、すなわち5個おきの副搬送波に割り当てられる。これは、図8(b)に示す例に対応する。

【0090】図4に示し、前述した受信装置は、送信されてくるパイロットシンボルを用いてチャンネルの伝達関数をエスティメート、すなわち計算し、見積もる。エスティメートされたチャンネル伝達関数とは、例えば、チャンネル減衰などである。図4に示すエスティメート器20bのによるチャンネル減衰のエスティメート及びそのエスティメートの結果に基づく等化器20cによる受信信号の等化处理について、図10及び図11を用いて以下に説明する。

【0091】図10は、屋内環境におけるチャンネル減衰の例を示すグラフである。本発明を適用した伝送システムは、受信装置を備える基地局と、送信装置を備える1又は複数の移動局により構成される。移動局は、ここに説明する例においては、屋内で使用され、移動局の移動速度は比較的遅く、マルチパス効果はそれほど深刻でないため、チャンネル減衰は、図10に示すように、比較的なだらかな曲線を描く。

【0092】このような使用環境では、チャンネル減衰のエスティメートを正確に行うために必要なパイロットシンボルの数は少なくてもよい。エスティメート器20bは、受信したパイロットシンボルと、例えばメモリに格納されている既知のパイロットシンボルとを比較し、この結果に基づいて、データ信号が変調された副搬送波に

10

20

30

40

50



対して時間及び／又は周波数補間を行う。図10に示すグラフは、図8(c)に示すタイムスロットに関するグラフであり、各 $n$ 番目の副搬送波、すなわち、 $(n-1)$ 個おきの副搬送波は、パイロットシンボルを示す。ここに示す例では、隣り合う2つのOFDM/TDMAタイムスロット101、102のパイロットシンボルがインターレースされている。エスティメート器20bは、第1のOFDM/TDMAタイムスロット101の各パイロットシンボル100の減衰値と、第2のOFDM/TDMAタイムスロット102の各パイロットシンボル100'の減衰値とを算出する。

【0093】図10に示すように、パイロットシンボル100と、パイロットシンボル100'とは、等間隔でインターレースされている。エスティメート器19bは、算出したパイロットシンボル100及びパイロットシンボル100'のチャンネル減衰値を結ぶ補間曲線を見積もる。見積もられた、すなわち、エスティメートされたチャンネル減衰曲線は、等化器20cに使用される。すなわち、等化器20cは、このチャンネル減衰曲線を用いて受信したデータ信号に対する等化処理を行う。

【0094】図11は、屋外環境におけるチャンネル減衰曲線を示すグラフである。この図11に示すグラフは、図10に示すグラフに比べて変化の度合いが大きい。したがって、このような環境において、データ信号を正確に等化処理するためには、より多くのパイロット信号を必要とする。このため、図11に示す例では、各GSM周波数チャンネルの複数の副搬送波に対して、より多くのパイロットシンボルを割り当てている。

【0095】この実施例においては、各4番目の副搬送波、すなわち3個おきの副搬送波にパイロットシンボルを割り当て及び変調している。図10及び図11に示すように、エスティメート器20bは、パイロットシンボルを変調した副搬送波から振幅及び移送の変化を検出することにより、例えばチャンネル減衰などのチャンネル伝達関数を算出する。これにより、例えば複数の隣り合うOFDM/TDMAタイムスロットを用いた時間領域補間及び／又はパイロットシンボルに基づく副搬送波を用いた周波数領域補間などの2次元等化-補間法を実現することができる。隣り合う複数のOFDM/TDMAタイムスロットに本発明を適用する場合、対応する副搬送波に等間隔に割り当てられるパイロットシンボルは、各OFDM/TDMAタイムスロットごとに異なる位置に割り当てられる。

【0096】

【発明の効果】以上のように、本発明に係る送信方法及び送信装置は、送信される信号が示す情報に応じて任意の数の副搬送波を複数のチャンネルに割り当て、直交周波数分割多重-一時分割多元接続方式に基づいて信号を送信する。このとき、複数の副搬送波を移動通信グローバ

ル方式の周波数チャンネルに対応する周波数帯域に割り当て、生成される直交周波数分割多重-一時分割多元接続方式のタイムスロットの整数倍を1又は整数個の移動通信グローバル方式のタイムスロットに一致させ、 $n$ を2以上の整数として、パイロットシンボルを $(n-1)$ 個おきの副搬送波に割り当てることにより、所定数の移動通信グローバル方式の周波数チャンネルと、移動通信グローバル方式のフレーム内にグループ化された所定数の移動通信グローバル方式のタイムスロットとを有する移動通信グローバル方式との互換性を実現する。

【0097】また、本発明に係る受信方法及び受信装置は、上述の送信方法及び送信装置により送信された信号を受信し、受信した信号に含まれるパイロットシンボルに基づいてチャンネル伝達関数を算出し、算出したチャンネル伝達関数に基づいて受信した信号内のデータに等化処理を施す。

【0098】このように、本発明によれば、移動通信グローバル方式に互換性を有するOFDM/TDMA方式に基づく信号の送受信を行うことができる。また、本発明によれば、送信信号に対するパイロットシンボルの挿入の間隔を任意に設定することができるため、インターリーブ遅延と信号伝送の信頼性とのそれぞれの重要性を考慮し、環境に応じて最適な信号送受信を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】OFDM/TDMAタイムスロットの概略的な構造を示す図である。

【図2】OFDM/TDMAタイムスロットの構造をより詳細に示す図である。

【図3】本発明を適用した送信装置のブロック図である。

【図4】本発明を適用した受信装置のブロック図である。

【図5】GSM方式に対する互換性を有するOFDM/TDMAフレームの構造を示す図である。

【図6】OFDM/TDMA方式及びGSM方式に共通な時間/周波数グリッドを示す図である。

【図7】クロック生成器の構成及び動作を示す図である。

【図8】パイロットシンボルの割り当てを説明する図である。

【図9】図3に示す送信装置の切換器の動作を説明する図である。

【図10】屋内環境におけるチャンネル減衰を示すグラフである。

【図11】屋外環境におけるチャンネル現象を示すグラフである。

【図12】OFDM/TDMAシステムにおける複数のチャンネルからなる第1のチャンネルグループを示す図である。

【図13】図12に示すチャンネル内の複数の副搬送波を示す図である。

【図14】図13に示す2つのチャンネル内の副搬送波の波形を示す図である。

【図15】図12に示す第1のチャンネルグループとは異なる第2のチャンネルグループを示す図である。

【図16】標準的なGSMタイムスロットの構造を示す図である。

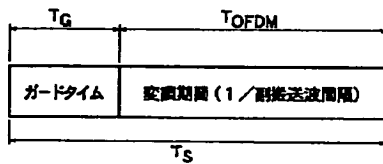
【図17】標準的なGSMフレームの構造を示す図であ

る。

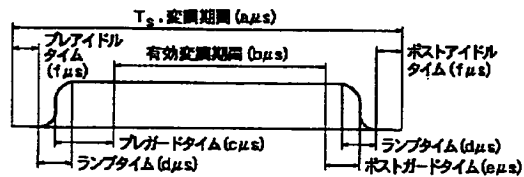
#### 【符号の説明】

6 入力端子、7 チャンネル符号化器、8 インターリーブ器、9a 変調器、9b 切換器、9c パイロットシンボル生成器、10 フーリエ変換器、11 タイムスロット生成器、12 D/A変換器、13 RFアップコンバータ、14 クロック生成器、15 アンテナ

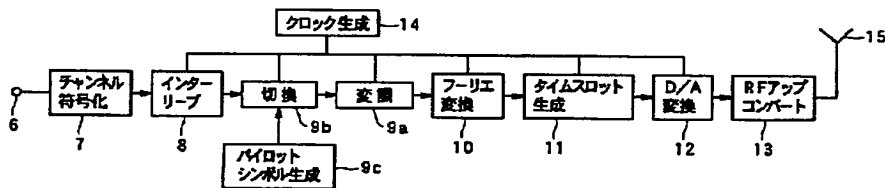
【図1】



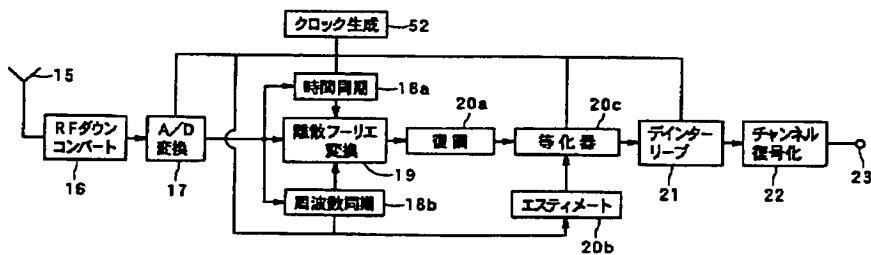
【図2】



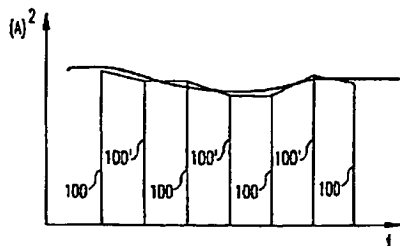
【図3】



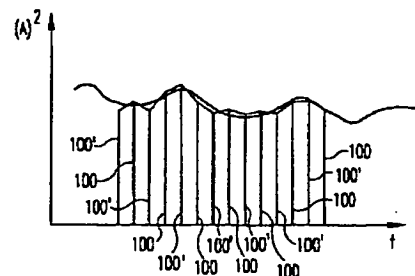
【図4】



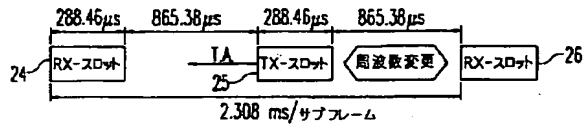
【図10】



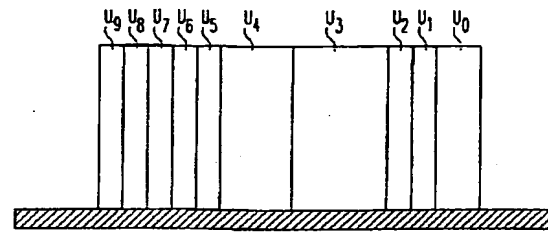
【図11】



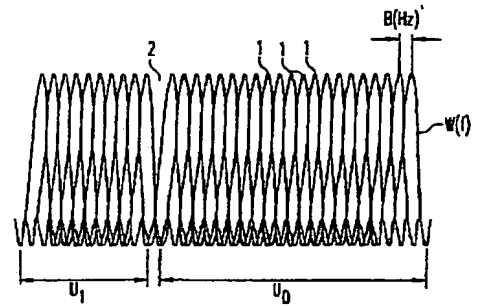
【図5】



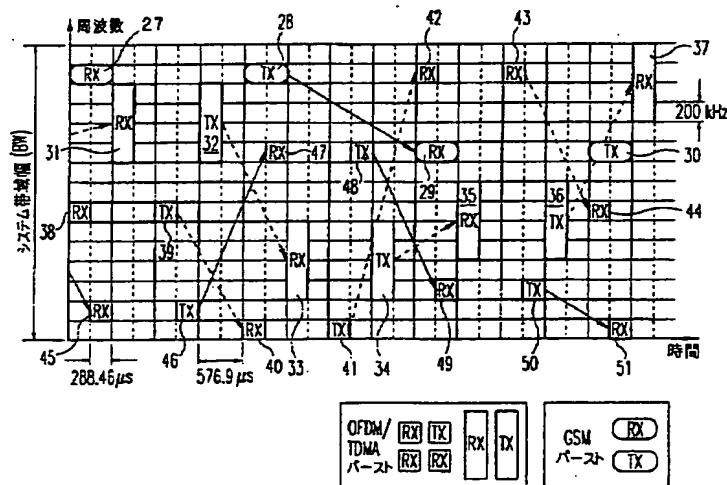
【図12】



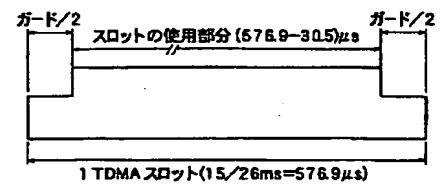
【図14】



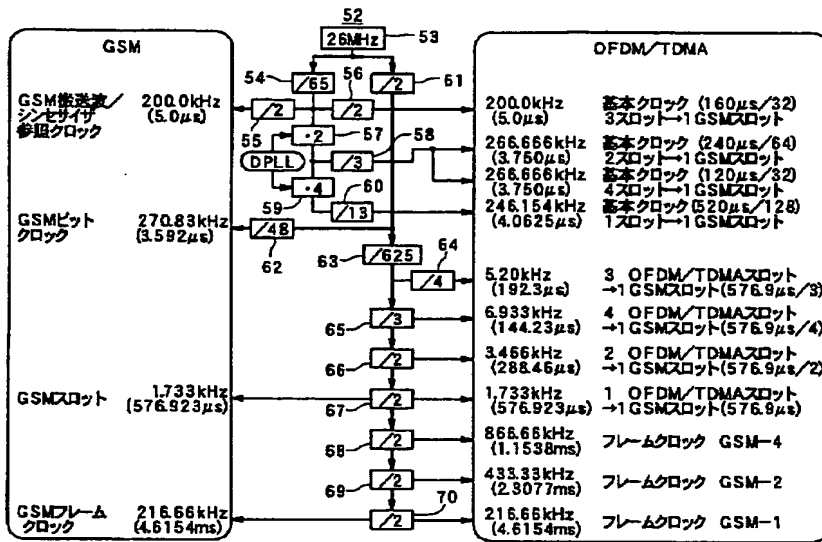
【図6】



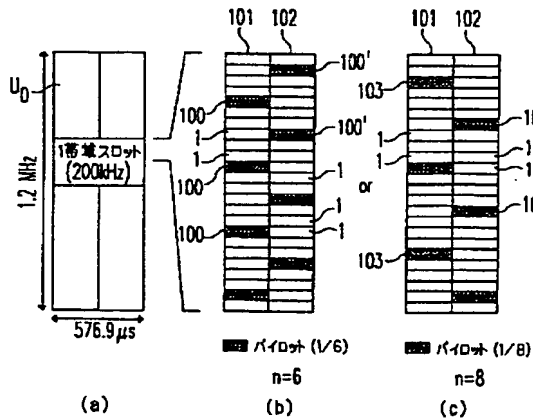
【図16】



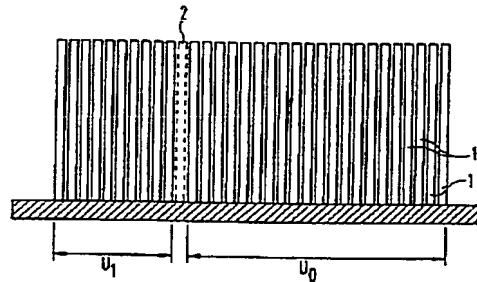
【図 7】



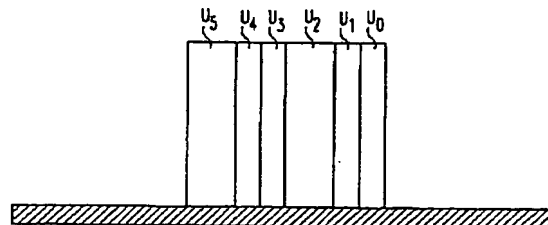
【図 8】



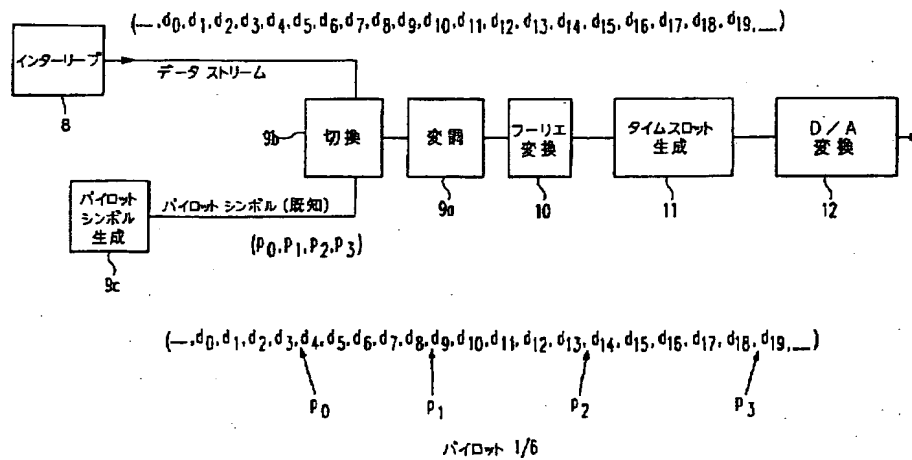
【図 13】



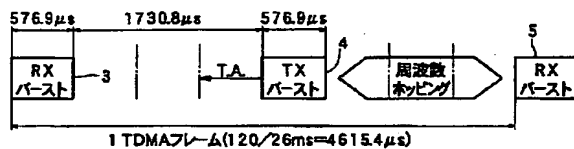
【図 15】



【図9】



【図17】



フロントページの続き

(72)発明者 ボンケ ラルフ

ドイツ連邦共和国 ディー70736 フェ  
 ルバッハシュトゥットガルト シュト  
 ラーセ 106 ソニー インターナショナ  
 ル (ヨーロッパ) ゲゼルシャフト ミッ  
 ト ベシュレンクテル ハフツング シュ  
 トゥットガルト テクノロジーセンター  
 内

(72)発明者 泉 誠一

ドイツ連邦共和国 ディー70736 フェ  
 ルバッハシュトゥットガルト シュト  
 ラーセ 106 ソニー インターナショナ  
 ル (ヨーロッパ) ゲゼルシャフト ミッ  
 ト ベシュレンクテル ハフツング シュ  
 トゥットガルト テクノロジーセンター  
 内

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**